Med. g. 134 n -6 Encyclopädie.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Encyklopädie
der
medicinischen Wissenschaften.

Methodisch bearbeitet

von

einem Vereine von Aerzten

unter Redaction

des

Dr. A. Moser.

Sechste Abtheilung.

Die Physiologie des Menschen.

Leipzig:
F. A. Brockhaus.
1853.

241. D.

Die
Physiologie des Menschen.

Bearbeitet

im Verein mit mehreren Physiologen

von

Dr. E. Thomas.

Leipzig:
F. A. Brockhaus.
1853.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorwort.

Das hiermit dem ärztlichen Publikum übergebene Werk ist, dem Endzwecke der Encyklopädie gemäss, zunächst zum Gebrauche für praktische Aerzte bestimmt. Es soll diesen das Wichtigste der in den letzten Dezennien von den Physiologen zu Tage geförderten Leistungen in der Kürze darlegen, und zugleich dem Standpunkte, den die Wissenschaft jetzt in ihren einzelnen Theilen einnimmt, entsprechen.

Wenn in einem Zweige der Medizin eine neue Art der Forschung, die auf dem rein experimentativen Wege, sich mit Erfolg Bahn gebrochen hat, so ist dieses in der Physiologie geschehen. Hier sehen wir täglich Leistungen, die uns durch den Fleiss, die Genauigkeit und den Scharfsinn der Beobachter wahrhaft in Erstaunen setzen, und es liegt eine so grosse Zahl spezieller Arbeiten vor, dass kaum ein Umfassen, viel weniger ein Vereinigen derselben zu einem abgeschlossenen Ganzen für jetzt möglich erscheint.

Die Redaktion hat sich daher bei der Ausarbeitung des Werkes genöthigt gesehen, die einzelnen Abtheilungen desselben verschiedenen Mitarbeitern zu übergeben, und diese zu veranlassen, die ihnen übertragne Abtheilung möglichst nach dem Plane des ganzen Werkes zu bearbeiten. Es war zwar hierbei weder vollständige Einheit des Ganzen, noch Originalität des Einzelnen zu erreichen, dahingegen hofft sie eine gedrängte Uebersicht dessen gegeben zu haben, was die ausgezeichneten Physiologen dieses Jahrhunderts geleistet, und dadurch, wenn auch nicht der Wissenschaft direkt, doch der Verbreitung derselben bei den Fachgenossen wesentlich genützt zu haben.

Berlin, September 1853.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung ... 1
Definition der Physiologie ... —
Vom Leben und der Lebenskraft ... 2

Erster Abschnitt.

Von der Zeugung ... 12
Ungleichartige Zeugung ... —
Gleichartige Zeugung ... 15
Geschlechtslose Zeugung ... —
a) Multiplication durch Wachsthum ... —
b) Multiplication durch Trennung ... 16
α) Selbsttheilung ... —
β) Künstliche Theilung ... 17
c) Fortpflanzung durch Keimbildung ... 18
Geschlechtliche Zeugung ... 20
Von den weiblichen Zeugungsorganen ... —
Vom Eierstocke und dem Eileiter ... 21
Vom Fruchthalter ... 22
Aeussere Geschlechtsorgane ... 24
Von den männlichen Zeugungsorganen ... —
Von den Hoden ... —
Von den Samenleitern ... 26
Aeussere männliche Geschlechtsorgane ... 27
Von dem weiblichen Fruchtstoffe, dem Eie ... 28
Von dem männlichen Fruchtstoffe, dem Samen ... 33
Von den Geschlechtsfunktionen, welche von der Befruchtung unabhängig sind ... 36
Von der Geschlechtsreife ... 37

Seite
Vom Geschlechtstriebe 39
Von der Brunst, der Menstruation und der von der Begattung unabhängigen Reifung des weiblichen Fruchtstoffes 42
Von den Geschlechtsfunktionen, welche durch die Befruchtung hervorgerufen werden 48
Von der Befruchtung und Begattung 49
Von der Einsaat und Brütung 66
Von der Schwangerschaft 70
Vorgänge im mütterlichen Organismus während der Schwangerschaft —
Reifung des Eichens —
Uebergang des Eies zur Gebärmutter 73
Veränderungen in der Gebärmutter während der Schwangerschaft 75
Veränderungen in den übrigen Beckenorganen während der Schwangerschaft 77
Vorgänge in den Brüsten während der Schwangerschaft 79
Veränderungen im Gesammtorganismus während der Schwangerschaft 80
Vorgänge im Eie während der Schwangerschaft 84
Entwicklung des Embryo während der Schwangerschaft 94
Stoffbildung im Eie 115
Von der Geburt und Enthüllung 125
Vom Wochenbette 135
Von dem Säugungsgeschäfte 142

Zweiter Abschnitt.

Vom Umlaufe des Lebens 145
Von der Lebensdauer —
Von den Lebensaltern 166
Von dem Säuglingsalter 167
Von dem spätern Kindesalter 172
Von der ersten Jugend, pueritia 174
Von der spätern Jugend, adolescentia 176
Von dem Mittelalter 177
Von dem Grossalter 179

Dritter Abschnitt.

Seite

Von der Verschiedenheit der Menschen nach Racen und Temperamenten . . . 184
Von den Racenverschiedenheiten . . . —
Von den Temperamenten . . . 187

Vierter Abschnitt.

Von den physikalischen Eigenschaften der organischen Körper . . . 193
Organische Wärmeerzeugung . . . —
Organische Lichtentwicklung . . . 201
Organische Elektrizität . . . 204

Fünfter Abschnitt.

Von den vegetativen Funktionen . . . 213
Die Verdauung . . . 216
Verdauungsapparat im Allgemeinen . . . —
Verdauungssäfte . . . 219
Der Speichel . . . 220
Der Magensaft . . . 222
Galle . . . 227
Der pankreatische Saft . . . 232
Darmsaft . . . 234
Von den Nahrungsmitteln . . . 237
Formen und Thätigkeit der Verdauungsorgane . . . 251
Veränderungen der Speisen im Darmkanale . . . 266
Veränderungen im Munde . . . —
Magenverdauung . . . 267
Dünndarmverdauung . . . 276
Blinddarmverdauung . . . 278
Dickdarmverdauung . . . —
Darmgase . . . 280
Resorption, Chylifikation und Lymphbildung . . . 281
Resorption im Allgemeinen . . . —
Bewegung der Lymphe und des Chylus innerhalb der Gefässe . . . 287
Unterschied der Venen- und Lymphresorption . . . 289

Seite
Verschiedenheit der Resorption nach den Stoffen in den Körpertheilen 291
Vom Lymphsysteme 292
Vom Chylus 298
Vom Blute 302
Entstehung des Blutes 304
Blutbewegung 310
Herzbewegung 311
Bewegung des Blutes in den Arterien 317
„ „ „ in den Kapillaren 319
„ „ „ in den Venen 320
Die Athmung 324
Athmungsbewegung 329
Blutveränderungen bei der Athmung 335
Wesen des Athmungsprozesses 338
Ernährung, Wachsthum, Wiedererzeugung 341
Ernährung und Wachsthum —
Chemismus des Ernährungsprozesses 343
Morphologie des Ernährungsprozesses 348
Wiedererzeugung 350
Von der Rückbildung der Materie 354
Von der Absonderung 357
Von den Absonderungsorganen 358
Von dem Wesen des Absonderungsprozesses 363
Von der Ausscheidung der Sekrete 369
Einfluss des Nervensystemes auf die Sekretionen —
Von der Hautabsonderung 371
Von der Harnbereitung 377
Von den Blutgefässdrüsen 382

Sechster Abschnitt.

Vom Nervensysteme 387
Disposition und allgemeine Anatomie des Nervensystems —
Nervenreizbarkeit 395
Die sensiblen und motorischen Nerven 400
a) Sensible Nerven 402
b) Die motorischen Nerven 406
Einfluss der Nerven auf die vegetativen Prozesse 411
Von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Nerven 413
Die Zentralorgane 427

Siebenter Abschnitt.

Seite

Von den Sinnesorganen 437
Von den Sinnesorganen im Allgemeinen —
Vom Sehen 441
Schutz- und Bewegungswerkzeuge des Augapfels —
Vom Auge als optisches Werkzeug 444
Von der Retina und ihrer Funktion 454
Vom Riechen 462
Von den riechbaren Stoffen —
Von dem Geruchsorgane 465
Von der Geruchsempfindung 466
Vom Schmecken 471
Von dem Schmeckbaren 472
Von dem Geschmacksorgane —
Von der Geschmacksempfindung 474
Vom Tastsinne 475
Von dem Tastorgane 476
Von dem Ortsinne 479
Von dem Drucksinne 481
Von dem Temperatursinne 483
Vom Gemeingefühle 486
Vom Gehöre 493
Von den Schallwellen —
Vom Gehörorgane 509
Von der Gehörsempfindung 519

Achter Abschnitt.

Von der Bewegung 522
Von der Bewegung im Allgemeinen —
Von der Flimmerbewegung 523
Von der Zellenbewegung 532
Von der Bewegung der Samenfäden —
Bewegung durch Kontraktion unabhängig vom Nervensysteme —
a) Kontraktion der leimgebenden thierischen Gewebe 533
b) Von der Elastizität und Kontraktilität der Arterien 534
Von der Muskelbewegung 535
Eintheilung der Muskeln —

Seite
Von der Erregung der Muskelthätigkeit 537
Bewegung der animalischen Muskeln 544
Bewegung der organischen Muskeln................ 548
Veränderungen, welche in der Muskelsubstanz bei freier Thätigkeit des Muskels stattfinden 550
Erscheinungen bei den thätigen Muskeln, wenn sie in ihren Bewegungen Widerstand finden....... 552
Vom Nutzeffekte der sich verkürzenden Muskeln.... 556
Stimme und Sprache 558
Stimmapparate .. —
Von der Stimme .. 561
Vom Gesang .. 567
Von den Mundtönen des Menschen 571
Von der Sprache.. —
Stummes Lautsystem der leisen Sprache........... 572
Lautsystem der lauten Sprache 574

Einleitung.

Definition der Physiologie.

Der Gegenstand der Physiologie des Menschen ist der menschliche Organismus von seinem ersten Entstehen bis zu seiner Auflösung; es hat diese Wissenschaft die Erscheinungen im Organismus in allen Beziehungen zu erforschen und darzulegen. In der weitesten Bedeutung würde sie die Lehre von der Form, der Mischung und den Thätigkeiten des ganzen Organismus darstellen. In der gewöhnlichen Bedeutung beschränkt sie sich jedoch vorzüglich auf die Lehre von den Thätigkeiten, indem die Form mehr der Anatomie, die Mischung mehr der organischen Chemie angehört. Bei der Unmöglichkeit, Form, Mischung und Thätigkeit vollständig zu trennen, welche Trennung im lebendigen Organismus nicht denkbar, weil Mischung, Form und Thätigkeit hier gleichsam identisch erscheinen, lehren Anatomie und Chemie die Formen und Mischungen in so fern sie im Organismus als stabile aufgefasst werden können, während die Physiologie das Thätige im Organismus, das in steter Veränderung Befindliche zum Gegenstande ihrer Forschungen macht, und dieses den Erscheinungen und Gesetzen nach zu ergründen strebt.

Diese Thätigkeiten, welche der Organismus darbietet, sind Erscheinungen des Lebens desselben, indem dieses Alles,

was der Organismus in sich selbst und in Wechselwirkung mit der Aussenwelt vollführt, in sich begreift. In der Summe jener Erscheinungen ist die Individualität des lebenden Organismus gegeben, wodurch er sich von den übrigen Organisationen in der Natur absondert. Die Thätigkeiten des menschlichen Organismus bilden ein in sich abgeschlossenes Ganze, durch welches derselbe sich vor den übrigen Geschöpfen als Mensch charakterisirt.

Zunächst sind die Lebenserscheinungen in zwei Reihen zu unterscheiden: in die materiellen Thätigkeiten des lebenden menschlichen Organismus, und in die Geistesfunktionen desselben. Die spezielle Lehre der letzteren gehört der Psychologie an, die Darlegung jener innigen Beziehung des Geistes zur Materie, die der menschliche Organismus erkennen lässt, muss jedoch nothwendig in die Physiologie aufgenommen werden; denn der Mensch bildet als materielles und geistiges Wesen ein Ganzes.

Vom Leben und der Lebenskraft.

Während es nun einerseits die Aufgabe der Physiologie ist, die einzelnen Lebenserscheinungen in ihren Specialitäten zu verfolgen, das, was sich den beobachtenden Sinnen und dem denkenden Geiste darbietet, darzulegen, d. h. das Leben in seinen Aeusserungen zu erfassen, musste man auch in dieser, wie in allen anderen Wissenschaften die Einheit, von der aus der Organismus bewegt wird, zu ergründen suchen, d. h. man musste sich die Frage stellen: was ist das Leben des Organismus?

Die Untersuchung dieser Frage, weil sie kein objektiv erweisbares Resultat gab, wurde schon an und für sich in neuerer Zeit vielfach angefeindet. Man hielt es der Wissenschaft angemessener bei dem Materiellen, bei dem Erforschen der Spezialitäten zu bleiben, und hielt es für nachtheilig, von den speziell erforschten Kenntnissen einen Blick nach dem Allgemeinen zu richten, und die Ansicht vom Leben im Allgemeinen nach der erweiterten Kenntniss von den Aeusserungen desselben zu vervollständigen, fürchtend, der speziellen Forschung hierdurch Einhalt zu thun. Valentin (*Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, *Braunschweig* 1844, *B.* 1, *S.* 13)

sieht in der Hypothese einer Lebenskraft eben nur einen Ausdruck für etwas Unbekanntes, die nur die Paraphrase eines uns entgehenden Grundverhältnisses darstellt, deren Annahme nicht nothwendig zu sein scheint. Die Annahme, dass eine eigenthümliche, den organischen Wesen einwohnende Kraft, die Lebenskraft, den todten physikalisch-chemischen Eingriffen entgegenwirke, erscheint ihm ganz überflüssig. Jene Zersetzungen werden nämlich vorzüglich durch drei Agentien, die Wärme, den Sauerstoff und das Wasser, bedingt oder wenigstens begünstigt, und die Ueberführung der ternären und quaternären organischen Verbindungen in die binären Produkte der Fäulniss ist somit ebenfalls nur eine bedingte. Denke man sich nun, dass die organischen Wesen die Fähigkeit haben, nach Gesetzen einer eignen Anziehung aus anderen Stoffen lebensfähige Materien zu bilden, dass aber vermöge der speziellen Einrichtung des Organismus die die binären Combinationen bildenden Momente nur so weit eintreten können, dass sie nie die gesammte erzeugte organische Materie verzehren, dass stets durch jene Anziehung so viel organischer Stoff gebildet wird, dass trotz des nothwendigen Verlustes die Organe in lebensfähigem, thätigem Zustande, momentan oder für eine bestimmte Zeitdauer überhaupt übrig bleiben, so liesse sich die relative Beharrlichkeit der organischen Theile, ihr Widerstand gegen die von der Wärme, der Atmosphäre und dem Wasser geleiteten Angriffe ebenfalls erklären. Natürlicher Weise müsste dann jene Anziehungskraft fortwährend thätig sein, und durch ihr Wirken mindestens eben so viel und oft noch bedeutend mehr organischen Stoffes produziren, als durch jene nothwendigen Eingriffe aufgerieben wird. Allerdings befindet man sich auch bei dieser Vorstellungsweise in der Nothwendigkeit, eine Qualitas occulta als jene Anziehungskraft zu bezeichnen, allein man habe in dieser kein neues, die Materie autokratisch beherrschendes, die physikalisch-chemischen Einwirkungen absolut niederdrückendes Vermögen, sondern nur einen fortwährend wirkenden Impuls, dessen innere Natur noch dahingestellt bleibt, der im Samenkorne, der Knospe, dem Eie beginnt, und dessen stets sich auf ausgedehntere Weise fortpflanzende Wirkungen das ganze Leben hindurch thätig sind, dessen absolut erstes Auftreten dagegen mit der ausser allem

wissenschaftlichen Erkennen liegenden ersten Schaffung organischer Wesen überhaupt zusammenfällt.

Abgesehen davon, dass hier eine vereinzelte Erscheinung des Lebens aus der Totalität desselben herausgenommen ist, so erscheint die von Valentin aufgestellte Erklärungsweise eben nicht eine solche, sondern stellt nur eine genauere Beobachtung der chemischen Vorgänge bei der Fäulniss dar. Indem er die Lebenskraft zurückweisen will, muss er dennoch zu einer Qualitas occulta seine Zuflucht nehmen, und wenn er dieser die autokratische Herrschaft der Materie abzusprechen sucht, so heisst dieses nur, dass diese, indem sie sich materiell darstellt, sich den allgemeinen Gesetzen der Materie anschliesst und anreihen lässt.

In richtiger Würdigung des Lebens führt Burdach (*die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, B. IV, S.* 521) an, dass, wenn wir durch den Gebrauch unserer Sinne in Wahrnehmung und Beobachtung das Dasein der verschiedenen Lebenserscheinungen kennen gelernt haben, uns damit eine Kunde vom Leben, eine Sammlung von allerhand isolirten Kenntnissen von demselben zu Theil geworden sei; dass die Physiologie aber erst zu einer wirklichen Lehre werde, wenn sie die sinnlichen Thatsachen untereinander vergleicht, die Bedingungen derselben erforscht, ihrem ursächlichen Zusammenhange nachspürt und somit Erfahrung erwirbt. Doch der seiner Bestimmung sich bewusste Geist findet sich auch durch das, was die Erfahrung über die einzelnen Momente des Lebens aussagt, noch nicht befriedigt, sondern verlangt das Band, welches alle Einzelheiten zusammenhält, und ihren gemeinschaftlichen Grund zu erkennen, das Leben selbst in seiner Gesammtheit und Wesenheit zur Anschauung zu bringen, mit einem Worte die Physiologie zur Wissenschaft zu erheben.

Die Forschungen nach der Lebenskraft, welche in dem Menschen von seinem Entstehen bis zu seinem Untergange wirkt, die materiellen Substrate des Organismus zweckmässig verändert, und welcher auch die psychischen Thätigkeiten folgen, sind für den denkenden Geist nothwendig, und es ist schon dann ein Resultat gewonnen, wenn bei einem Vergleiche dieser Kraft mit anderen Kräften die Verschiedenheit sich bestimmt herausstellt.

Man hat bei der Betrachtung der Lebenskraft des Men-

schen den Geist, die Psyche, von der Materie mehr oder weniger als getrennt hingestellt; theils indem man in der ersteren das Leben, das Bildende finden wollte, theils indem man sie als das zu dem lebenden Organismus Hinzutretende ansah, und die Lebenskraft des Organismus dann mehr in den an der Materie haftenden Kräften suchte.

Stahl nahm an, dass die vernünftige Seele selbst das Primum movens der Organisation, dass sie selbst der letzte und einzige Grund der organischen Thätigkeit sei, dass die Seele ihren Körper nach den Gesetzen ihrer Wirksamkeit zweckmässig baue und erhalte, und dass durch ihre organische Thätigkeit die Heilung der Krankheiten geschehe.

Man ist jedoch durch Nichts berechtigt, der Seele des Menschen diese Funktion, das Materielle des Körpers zu bauen, zuzuschreiben. Rudolphi gibt an, dass man die Seele hier offenbar mit einem Geschäfte belegt, dem sie nicht gewachsen ist. Wie könnte sie die ihr unbekannten Stoffe wählen und ordnen, und Bewegungen hervorbringen, von denen sie nichts versteht, in einem Organismus, in dem sie sich selbst erst entwickelt. Es ist namentlich dieser letzte Punkt hervorzuheben; die Seelenthätigkeit ist selbst nur eine Lebenserscheinung des Organismus, sie ist ein Theil des Ganzen und man ist durch Nichts berechtigt, sie als Ursache desselben hinzustellen. Nach J. Müller (*Physiol., B.* 1, *S.* 32) ist die organisirende Kraft vor allen Organen im Keim vorhanden, und scheint daher auch im Erwachsenen an kein Organ gebunden; das Bewusstsein dagegen, welches keine organische Produkte erzeugt, sondern nur Vorstellungen bildet, ist ein späteres Erzeugniss der Entwicklung selbst, und an ein Organ gebunden, von dessen Integrität das Bewusstsein abhängt, wenn das Primum movens zweckmässiger Organisation selbst in der hirnlosen Misgeburt noch fortwirkt. In den Pflanzen fehlt das Bewusstsein mit dem Nervensystem, während die nach dem Urbilde der Pflanzenspezies wirkende Kraft der Organisation vorhanden ist. Man darf demnach nach J. Müller die organisirende Kraft nicht mit etwas dem Bewusstsein Analogen, man darf ihre blinde nothwendige Thätigkeit mit keinem Begriffbilden vergleichen.

Dieser Theorie entgegenstehend ist die von Reil aufgestellte; derselbe leitet den Grund der organischen Erscheinungen von der ursprünglichen Verschiedenheit der Mischung

und Form der organischen Körper ab (Reil's *Archiv für Physiologie, Bd. I*). Auch Rudolphi neigte sich am meisten dieser Ansicht hin, und wenn es uns nach ihm auch gänzlich verborgen ist, welche Mischung die Form des werdenden Organismus bedingt, so wissen wir, fährt er fort, mit Bestimmtheit, dass nur eine solche lebensfähig ist, die von andern Organismen ihren Ursprung erhielt. Das Leben soll daher nur aus der Form und Mischung organischer Materie hervorgehen; aber Rudolphi muss schon aus diesem Grunde, dass organische Materie vorausgesetzt wird, die Erklärung als sehr beschränkt hinstellen. In der That setzt der Materialismus das Leben, welches erklärt werden soll, schon voraus, denn Form und Mischung, von welchen er die Lebensthätigkeiten ableitet, sind selbst erst durch Lebensthätigkeit erzeugt. Nach Burdach ist weder im Ei noch in den Nahrungsmitteln die Materie des zu erzeugenden oder zu erhaltenden Organismus bereits enthalten; jeder Organismus im Embryoalter, wie im ganzen Verlauf des Lebens, schafft sich sein Blut selbst. Ebenso werden die Organe im Embryo erst gebildet, bei der Regeneration von Neuem erzeugt und während des ganzen Lebens stetig und deshalb unmerklich geschaffen. Die Mischung, die hier aus dem Blute hervorgeht, ist eine lebendige, in welcher die Elementarstoffe nicht nach chemischen Gesetzen gebunden sind, sondern vermöge eigenthümlicher Proportionen in reger Spannung erhalten werden. Die Lebensthätigkeit kann ohne irgend eine wahrnehmbare Veränderung der organischen Materie aufgehoben werden, und letztere lässt sich dann durch keine chemische Einwirkung in ihrer Mischung erhalten oder neu erzeugen. Wenn Schwann den Grund des Lebens nicht in der Totalität des Organismus, sondern darin sucht, dass jeder Elementartheil die eigene Kraft hat, Moleculen anzuziehen und zu wachsen, so würde ja eben die Totalität durch die Einheit dieser jedem Elementartheil anhängenden Kraft bedingt werden.

Ebenso unhaltbar sind die Theorien, welche das Leben des Organismus durch physikalische oder chemische Kräfte begründen wollen. Nachdem Descartes eine Erklärung der Naturerscheinungen aus einer steten Bewegung und Reibung der verschiedenen Theilchen der Urmaterie aufgestellt hatte, bildete sich bei der im 17. Jahrhundert beginnenden höheren

Ausbildung der Mathematik, auch für die Physiologie, die jatromathematische Schule, welche den Organismus und seine Erscheinungen blos mathematisch, durch statistische und hydraulische Gesetze zu erklären suchte. Mazini, Bernoulli, Borelli, Pitcairn, Chirac gehören zu den berühmtesten Physiologen dieser Schule. Abgesehen davon, dass bei dieser Erklärung des Lebens nur die einzelnen Lebenserscheinungen erklärt werden, das Primum movens aber der im lebenden Organismus wirkenden Kräfte ganz unberücksichtigt bleibt, so werden hierbei die einzelnen Erscheinungen selbst nur auf eine höchst unglückliche Weise erklärt. So berechnete man nicht nur mathematisch die Geschwindigkeit und Kraft, nach welcher das Blut aus dem Herzen getrieben wird, sondern man betrachtete das Blut als aus lauter kleinen Kügelchen bestehend, und berechnete überdies noch, welchen Einfluss dieses beständige Stossen untereinander auf die Bewegungen desselben habe. Man suchte nach den Gesetzen der Hydraulik die Bewegungen des Nervensaftes zu erklären; die Absonderung wurde rein mechanisch nach dem Durchmesser der die Flüssigkeit führenden Gefässe berechnet; einseitige Beobachtungen über die Muskelkraft des Magens verleiteten zu der Meinung, dass die Verdauung überhaupt in Zerreibung der Nahrungsmittel bestehe.

Die rein chemischen Erklärungsweisen wurden zuerst von Sylvius aufgestellt. Er hielt das Leben für einen Mischungsprozess und die meisten Erscheinungen desselben für die Wirkung eines durch den Gegensatz von Säure und Laugensalz gegebenen Aufbrausens zu erklären. Girtanner glaubte im Sauerstoff die Bedingung und das Prinzip alles Lebens gefunden zu haben. Brandis betrachtete die Lebenskraft als Folge der Organisation, und das Leben als einen rein chemischen, auf stetem Wechsel der Grundstoffe beruhenden Prozess. Akermann erklärte das Leben rein chemisch durch einen beständigen Wechsel der Grundstoffe, des Kohlenstoffes, Wasserstoffes, Stickstoffes und Sauerstoffes. Alle diese vielfach verarbeiteten chemischen Theorien treffen dieselben Einwürfe, wie die jatromathematischen; das Leben erklären sie gar nicht, die Erscheinungen desselben auf eine unvollkommene und fehlerhafte Weise.

Vielfach hat man es versucht, die Lebenskraft mit den

bekannten imponderablen Materien, der Elektrizität, dem Magnetismus, der Wärme, dem Lichte zusammenzustellen, indessen wurde auch hier die Uebereinstimmung durch nähere Untersuchung widerlegt.

Wenn Burdach auch die Modalität der organischen Wechselwirkung als eine elektrische anerkennt, so ist er doch weit entfernt, die Elektrizität für den Grund des Lebens zu halten. Denn sie setzt schon Differenz und Mannigfaltigkeit der Gebilde voraus, die ein Erzeugniss des Lebens ist; sie gibt die Einzelheit der Aktionen, und es muss eine andere Kraft hinzutreten, um diese zur Einheit der Funktionen und des Gesammtlebens zu verknüpfen. Die Elektrizität ist demnach nicht Lebensprinzip, sondern eine Form, in welcher dieses sich äussert; eine Form der Wirksamkeit, die der Organismus mit dem Unorganischen gemein hat, die er jedoch eigenthümlich modifizirt. Nach J. Müller schienen die Untersuchungen über den sogenannten thierischen Magnetismus anfangs einiges Licht über die Lebenskraft zu werfen; man glaubte, dass Bestreichen eines Menschen durch einen anderen, Händeauflegen und dergleichen, merkwürdige Wirkungen hervorbringen, die von dem Ueberströmen des sogenannten thierischen magnetischen Fluidums herrühren; indessen sind diese Geschichten ein bedauernswerthes Irrsal von Lug und Trug geworden.

Das Resultat dieser Betrachtungen besteht nun darin, dass es nicht gelungen ist, die Lebenskraft mit irgend einer anderen unserer Wahrnehmung mehr zugänglichen Naturkraft zusammenzustellen. Man darf sich aber deswegen nicht verleiten lassen, die Behauptung aufzustellen, dass der lebende Körper, als Mechanismus betrachtet, sich von allen andern Mechanismen dadurch unterscheidet, dass in ihm ein Prinzip immanenter Störungen aufgenommen ist, die durchaus keinem mathematischen Gesetze ihrer Stärke und Wiederkehr folgen, wie Lotze (*Handb. d. Physiologie v. R. Wagner, Bd.* 1, *p.* XLVIII) dieses gethan hat. Wir müssen uns im Gegentheil veranlasst fühlen, die Lebenskraft sowohl in ihrer Allgemeinheit, als in ihrer Individualität, für eine durchaus selbständige Kraft anzuerkennen.

Das Leben, als universelles Leben, sieht Burdach als die geistige Urkraft alles Daseins an, und nach ihm bezeichnet das Wort Natur nicht blos die Welt, als Summe aller Einzel-

heiten, sondern auch theils den gesetzmässigen Gang als das Wesen derselben, theils die schaffende Kraft selbst als ein geistiges Ursein, welches in Zwecken und gesetzmässiger Ordnung sich offenbart. Dieses allgemeine Lebensprinzip individualisirt sich, indem es sich mit der Materie vereinigt und sich in dieser äussert. J. Müller spricht sich dahin aus, dass jede Thierform, jede Pflanzenform sich unabänderlich durch ihre Produkte erhält, und dass es bei einer ungefähr berechneten Anzahl von so viel tausend Pflanzen- und Thierarten keine wahren Uebergänge von einer Art zur andern, von einer Gattung zur andern gibt; jede Familie der Pflanzen, der Thiere, jede Gattung, jede Art ist an gewisse physische Bedingungen ihrer Existenz auf der Erde, an eine gewisse Temperatur, an gewisse physisch-geographische Verhältnisse gebunden, für welche sie gleichsam erschaffen. In dieser unendlichen Mannichfaltigkeit der] Gesetze, in dieser Gesetzmässigkeit der natürlichen Klassen, Familien, Gattungen und Arten äussert sich eine das Leben auf der ganzen Erde bedingende gemeinsame Schöpfungskraft; wobei aber alle diese Arten des Organismus von ihrem ersten Beginne an selbständig sind.

Dieses Lebensprinzip ist nicht blos ein abstraktes; es ist in jedem lebenden Organismus als etwas Wirkliches vorhanden. Es entsteht durch die Befruchtung des Keimes in demselben. Je mehr sich die Generatio aequivoca als unerwiesen herausstellt, je mehr ist man zu der Annahme berechtigt, dass das Lebensprinzip sich durch sich selbst fortpflanze und von dem Zeugenden dem Erzeugten eingepflanzt werde. Das von diesem Lebensprinzipe zu Erkennende ist am klarsten von J. Müller aufgefasst. Nach ihm besteht diese Harmonie der zum Ganzen nothwendigen Glieder nicht ohne den Einfluss einer Kraft, die auch durch das Ganze hindurchwirkt und nicht von einzelnen Theilen abhängt; diese Kraft besteht früher, als die harmonischen Glieder des Ganzen vorhanden sind, sie werden bei der Entwicklung des Embryos von der Kraft des Keimes erst geschaffen. Diese vernünftige Schöpfungskraft äussert sich in jedem Thiere nach strengem Gesetz, wie es die Natur jedes Thieres erfordert; sie ist in dem Keime schon vorhanden, ehe selbst die späteren Theile des Ganzen gesondert vorhanden sind, sie ist es, welche die

Glieder, die zum Begriff des Ganzen gehören, wirklich erzeugt. Bei der Beobachtung des bebrüteten Eies sieht man das Werden des Einzelnen aus dem potentiellen Ganzen. Alle Theile des Eies sind bis auf den Keim nur zur Nahrung des Keimes bestimmt; die ganze Kraft des Eies ruht nur im Keime, und da äussere Einwirkungen für die Keime der verschiedensten organischen Wesen gleich sind, so muss man die bei den meisten Thieren gleichgestalteten als das potentielle Ganze des späteren Thieres betrachten, begabt mit der wesentlichen und spezifischen Kraft des späteren Thieres, fähig, das Minimum dieser spezifischen Kraft und Materie durch Assimilation der Materie zu vergrössern. Dieser Keim breitet sich aus, umwächst den Dotter, und die Organe des Thieres entstehen durch Umwandlung des Keimes unter immer neuer Erzeugung wirksamer Bildungstheile oder Zellen, indem zuerst die Elemente des Nervensystems entstehen, und selbst wieder aus den Elementen der organischen Systeme die Details der Organisation sich immer weiter ausbilden, so dass man die erste Spur der Bestandtheile des Nervensystems weder für Gehirn, noch für Rückenmark, sondern für das noch potentielle Ganze der Centraltheile des Nervensystems halten muss. Der Keim ist nicht die blose Miniatur der späteren Organe, wie Bonnet und Haller glaubten, und die ersten Rudimente der Organe werden nicht durch Vergrösserung erst sichtbar, vielmehr ist ihr erstes Erscheinen deutlich.

Unentschieden ist es, ob man sich dieses Lebensprinzip als imponderable Materie oder als Kraft zu denken habe. Es hat in keinem Organe allein seinen Sitz, denn es ist vor allen Organen im Keim vorhanden, es durchzieht vielmehr den ganzen Organismus und zeigt sich in der Totalität der Materie. Es ist auch nicht etwas aus Theilen Zusammengesetztes, kann aber mit der Materie getheilt werden, daher unter bestimmten Verhältnissen zum Fortleben schon organisirter losgetrennter Theile Erregung durch Befruchtung nicht nothwendig erscheint.

Die Eigenschaften dieses Prinzips sind nach J. Müller bald ebenso gut bekannt, wie die des Lichtes, der Wärme und der Elektrizität in der Physik. Wir sehen, dass steifgefrorene, der Empfindung und Bewegung beraubte Theile von der Grenze der belebten Theile allmälig belebt werden;

wir sehen diese Mittheilung noch deutlicher nach dem aufgehobenen Druck eines Nerven, der das sogenannte Einschlafen der Glieder bewirkt hatte. Wir sehen den in der Entzündung von der Oberfläche des Organes ausgeschwitzten Faserstoff belebt und organisirt werden. Die organische Kraft wirkt über die Grenze der Organe hinaus bei der Umwandlung der thierischen Materie in den Gefässen, bei der Umwandlung des Chymus und Chylus, der in den Lymphgefässen bei seinem Weiterwirken neue Eigenschaften erhält; sie wirkt von den Wänden der Blutgefässe aus auf das Blut und bedingt dessen Flüssigkeit.

So besteht das Leben des Individuums in einem selbständig in sich abgeschlossenen Prinzipe, welches das Materielle und Dynamische des Organismus nach seinem Typus leitet und ordnet.

Erster Abschnitt.

Von der Zeugung.

Man unterscheidet zunächst die ungleichartige Zeugung, die generatio heterogenea, aequivoca, primitiva, primigena, originaria, spontanea, von der gleichartigen Zeugung, generatio homogenea, propagatio. Erstere ist die Entstehung eines lebenden Wesens, welche nicht von Individuen derselben Art ausgeht, vielmehr von Körpern anderer Art und durch das Zusammenwirken anderer Verhältnisse veranlasst wird. Letztere ist die Entstehung eines Individuums durch Individuen, welche bisher schon bestanden haben und mit ihm in der Organisation übereinstimmen, oder zu derselben Gattung gehören.

Ungleichartige Zeugung.

Treviranus hat besonders die Lehre von der ungleichartigen Zeugung bearbeitet (*Biologie oder Philosophie der lebenden Natur. Gött.* 1802—22, *VI Bde., Bd. II, p.* 267—377). Es soll dieses die Entstehungsweise der einfachsten organischen Körper, der Infusorien im weitesten Sinne des Wortes, sein, und nach Wrisberg das Dasein von einem festen Körper, von Wasser und Luft zur Entstehung derselben nothwendig sein. Es darf keiner dieser Stoffe fehlen, wenn Infusorien entstehen sollen, und jeder dieser Stoffe trägt zur Entstehung bei. So zeigen sich bei gleichem Wasser und gleicher Luft Infusorien von verschiedener Gestalt, Grösse und Bewegung, wenn verschiedene feste Substanzen zum Aufguss genommen

werden, und ebenso zeigen sie sich nach der verschiedenen Beschaffenheit des Wassers und der Luft, nach der Cohäsion der festen Körper, und nach dem Verhältniss, in welchem diese drei Körper zu einander stehen, verschieden.

Die generatio aequivoca wurde in früheren Zeiten in weit ausgedehnterem Maasse angenommen, sie ist aber in neueren Zeiten durch genauere Beobachtungen immer mehr zurückgedrängt, und es hat sich die 'Ansicht, dass sie in der That nicht vorkomme, immer mehr Geltung verschafft. Gegen diese Ansicht, nach welcher die Infusorien sich durch Fortpflanzung erhalten und die Keime derselben vorhanden sind, obgleich wir sie nicht bemerken, und dieselben unter begünstigenden Umständen sich zu lebendigen Individuen entwickeln, tritt Burdach auf. In so fern sich nach ihm diese Ansicht auf die Analogie mit den höheren Pflanzen und Thieren begründet, wird sie dadurch widerlegt, dass, was sich aus dem Eie entwickelt, den Charakter seiner Gattung vollständig in sich trägt, die äusseren Umstände mögen noch so verschieden sein; die Infusorien aber gestalten sich nach Verschiedenheit der Umstände verschieden. Aus der beobachteten Fortpflanzungsfähigkeit einiger Infusorien folgt nach Treviranus nicht, dass dieselben auf dieselbe Weise entstanden sein müssen. Die Annahme unsichtbarer Eier weist Burdach als ganz hypothetisch zurück, und weist sogar nach, dass die Annahme der Präexistenz von Eiern in der festen Substanz, im Wasser und in der Luft oder in allen drei Körpern zusammen unmöglich ist.

Nach den neueren genaueren Beobachtungen über die Entwicklungen und das Leben dieser niederen Thiere gestalten diese sich indessen oft durchaus von ihren Eltern verschieden und wandern zu verschiedenen Zeiten. K. Th. C. v. Siebold spricht sich dahin aus, dass erst seitdem man dieses Ein- und Auswandern, welches man bei den parasitischen Gewächsen schon so lange gekannt hat, auch bei den Helminthen genauer beachtet hat, sehr wichtige und höchst merkwürdige Thatsachen erkannt worden sind, durch welche man sich jetzt die Entstehung von Helminthen im Menschen und in den Thieren, besonders innerhalb abgeschlossener Höhlen derselben, auf eine weit naturgemässere Weise erklären kann, als durch Aufstellung von Hypothesen, bei welchen man die

generatio aequivoca annahm. Man weiss jetzt, dass die Parasiten fast alle im ausgewachsenen Zustande Geschlechtswerkeuge besitzen und sich dadurch fortpflanzen. Diejenigen Schmarotzer, in welchen sich zu keiner Zeit Geschlechtsorgane wahrnehmen lassen, vermehren sich durch Knospenbildung und Theilung. Eine grosse Zahl von geschlechtslosen Parasiten sind nur wandernde Larven. Dergleichen larvenartige Helminthen, welche in ihrer Form von ihren ausgewachsenen geschlechtsreifen Eltern oft himmelweit verschieden gestaltet sind, wurden, da man ihre Metamorphose nicht kannte, bisher für vollständig entwickelte Thiere gehalten, welche sich theils durch Urzeugung entwickeln, theils durch Geschlechtsorgane fortpflanzen sollten, wobei man irgend ein Organ dieser geschlechtslosen Larven willkürlich als Fortpflanzungswerkzeug deutete. Viele Helminthenlarven verwandeln sich niemals in vollkommen ihren Eltern ähnliche Helminthen, sondern erzeugen in sich eine Brut, die sich bei ihrem Heranwachsen wiederum zu ganz ähnlichen Larven ausbildet, oder zu solchen, von diesen ganz verschiedenen Larven auswächst, welche sich zuletzt in mit Geschlechtswerkzeugen versehene Helminthen verwandeln. Steenstrup hat diese Verwandlungsgeschichte, welche auch, ausser bei den Helminthen, noch bei anderen Klassen der wirbellosen Thiere angetroffen wird, Generationswechsel genannt. Durch diesen Generationswechsel entwickelt sich also nicht, wie bei der gewöhnlichen Metamorphose, der aus einem Ei hervorgeschlüpfte Embryo eines Mutterthieres nach verschiedenen Verwandlungen zuletzt zu einem eigenen neuen Individuum, demjenigen Thiere in Gestalt und Organisation gleich, von welchem das Ei und sein Embryo herrührte, sondern es gehen hier aus dem Embryo eines Mutterthieres ganze Generationen von Larven hervor, welche als sogenannte Ammen ohne geschlechtliche Zeugung eine andere Brut zur Welt bringen, die durch ihre Metamorphose erst zur ursprünglichen Form des Mutterthieres zurückkehrt.

Es ist ferner eine bekannte Thatsache, dass von vielen Helminthen, deren wirkliche Geschlechtsorgane stets eine ungeheure Menge von Eiern enthalten, niemals die Brut und jungen Thiere in der Umgegend der Mutterthiere angetroffen werden. Ascaris lumbricoides, Trichocephalus dispar, Oxyuris vermicularis findet sich stets erwachsen oder halberwachsen

im menschlichen Darmkanale vor, in dem von diesen Schmarotzern bewohnten Darminhalte lassen sich Tausende und abermals Tausende von Eiern dieser oviparen Helminthen, niemals aber die Embryonen derselben, weder innerhalb noch ausserhalb der Eihülle wahrnehmen. Höchst wahrscheinlich entwickeln sich die Embryonen dieser Helminthen niemals in den Eiern, so lange diese in dem Darmkanale des Menschen verweilen, sondern es müssen die letzteren erst auf anderen Boden überpflanzt werden, auf welchem sie gedeihen und zur Entwicklung kommen können (Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie, Bd.* 2, Art. *Parasiten*).

Diese Beobachtungen zeigen nicht nur, dass bei den Helminthen und Parasiten gleichartige Zeugung vorhanden, vielmehr auch, dass diejenigen Angaben, durch welche man die generatio aequivoca zu erweisen suchte, dieses nicht vermögen, und man daher über die niederen Infusorien keine einseitigen theoretischen Ansichten aufstellen dürfe.

Gleichartige Zeugung.

Die gleichartige Zeugung ist entweder eine geschlechtlose oder eine geschlechtliche. Bei dieser letzteren wird die Fortpflanzung durch doppelte Zeugungsstoffe bedingt, bei der ersteren bildet das Individuum neue Individuen, ohne dass es dieser doppelten Zeugungsstoffe bedarf.

Geschlechtlose Zeugung.

Die geschlechtlose Zeugung hat mehrere Unterarten; als die einfachste wird die Multiplication der organischen Wesen durch Wachsthum aufgeführt; dann folgt die Vermehrung durch Trennung, und in weiterer Ausbildung die Vermehrung durch Keimbildung.

a) Multiplication durch Wachsthum

findet vorzugsweise bei den Pflanzen statt. Während des Wachsthums der Pflanze vermehren sich die Organe derselben, und Theile, welche in der ganz jungen Pflanze nur einmal oder mehrere Male enthalten sind, kommen in der erwachsenen Pflanze vielmal vor, wobei die erwachsene Pflanze aus einem Multiplum der jungen Pflanze besteht. Es ist die Sprossen-

bildung (generatio surcularis), bei welcher mit dem Wachsthum an dem einen Individuum sich neue Individuen, die mit jenem aber ein vollständiges Ganze bilden, entwickeln. Dieselbe Bildung erkennt man auch an Thieren; das sich aus dem Keime eines Corallenthieres entwickelnde Junge ist anfangs nur ein Individuum von einem Willen bewegt und gleichsam mit einem Centrum versehen. Indem dieses junge Corallenthier sich die Materie um sich aneignet und wächst, wird es zu einem System von Individuen, wie eine Pflanze, und an diesem Systeme äussern sich hernach viele Willen. Es findet somit Vermehrung der Individuen durch einfaches Wachsthum statt, wobei jedoch die grössere Zahl der Individuen noch ein nur vergrössertes Individuum darstellt. Burdach rechnet diese Art der Vermehrung zur Keimbildung, von der unten gehandelt wird.

b) *Multiplication durch Spaltung.*

Findet bei dieser Vermehrung durch Wachsthum Trennung der Individuen statt, so entsteht die Vermehrung durch Spaltung oder durch Theilung eines entwickelten Organismus, generatio fissipara. Dieselbe kann durch künstliche oder durch spontane Aufhebung des Kontaktes, und vollständig oder unvollständig erfolgen. Bei der unvollständigen kann das organische Wesen ein Multiplum darstellen, dessen selbstig belebte Glieder noch mit einem ungetheilten Stamme zusammenhängen.

α) Selbsttheilung.

Die natürliche Spaltzeugung ist seltner als die künstliche, sie wird vorzugsweise bei Thieren, und zwar bei den niedrigsten und unvollkommensten Wesen, als einzig mögliche Fortpflanzungsweise oder neben anderen Fortpflanzungsformen beobachtet. Bei entwickelter Organisation ist sie seltener, obgleich ungleiche Anordnung der Theile auf verschiedenen Seiten kein Hinderniss ist, denn sie erfolgt bei den Vorticellinen, bei denen der Darm Biegungen macht. Am häufigsten kommt die Selbsttheilung unter den Infusorien vor. Ueber deren Vorkommen bei den Pflanzen ist vielfach gestritten worden; Meyen will sie annehmen und Morren will sie bei den Palmellen beobachtet haben.

Die Selbsttheilung ist in der Regel vollkommen, kann aber auch unvollkommen sein. Nach J. Müller bilden die Monaden, welche sich in die Länge und Quere abwechselnd theilen, wo es aber nicht zur gänzlichen Lösung der Getheilten kommt, Beeren; bei einer beständig fortgesetzten Längstheilung entstehen Reihen von Individuen, die mit den Längsseiten zusammenhängen; bei einer fortgesetzten Quertheilung *ohne* Trennung entstehen fadenartige Reihen.

β) Künstliche Theilung.

Die künstliche Theilung kann bei allen Pflanzen und mehreren niederen Thieren ausgeführt werden, besonders wenn letztere aus einer Reihe ähnlich gebildeter Theile bestehen, die sich durch Wachsthum vermehren. Die getrennten Theile sind entweder selbständig entwickelte Individuen oder wenigstens abgeschlossene Ganze, oder die Theilung kann ganz beliebig geschehen, indem jedes beliebig getrennte Stück die Bedingungen der Organisation in sich trägt, so bei den Hydren und Planarien.

Der Richtung der Spaltungszeugung nach unterscheidet man die richtungslose Spaltzeugung, generatio fissipara promiscualis, die Längenspaltung, generatio fissipara longitudinalis, und die Querspaltung, generatio fissipara transversa.

Erstere ist die niedrigste Form, und findet statt, wo der Organismus aus einer gleichförmigen Masse besteht; sie kommt bei einigen niedrigen Pflanzen, den Flechten, und unter den Thieren bei den Hydren und Planarien vor.

Die Längenspaltung ist ein Zerfallen in zwei seitliche Hälften, und kommt bei Infusorien und Polypen vor. Die Quertheilung ist die am häufigsten vorkommende Form, und kommt theils da vor, wo blos eine gleichförmige Masse den ganzen Körper ausmacht, bei Fadenpilzen und Conferven, Infusionsthieren und Polypen; theils auch da, wo besondere Organe vorkommen, die sich aber gleichförmig durch die Länge des Körpers erstrecken, so dass jeder Längenabschnitt gleichen Antheil daran hat. Sie findet sich noch in der Klasse der Anneliden, bei den Naiden und Neroiden, vielleicht auch bei einigen Gattungen von Lumbricus.

c) *Fortpflanzung durch Keimbildung.*

Die Fortpflanzung durch Keimbildung, generatio monogenea productiva, besteht nach Burdach darin, dass der Stammorganismus besondere Gebilde hervorbringt, welche sich zu neuen Individuen entwickeln können, wobei der Keim entweder in seiner ganzen Masse oder nur in einem seiner Theile zum neuen Individuum wird. Diese erste Art der Keime entspricht jedoch der oben angegebenen Fortpflanzung durch Vermehrung, und wir rechnen daher nur die zweite Art hierher, bei welcher die Zeugung dadurch geschieht, dass von dem Stammorganismus ein Theil zu einem besonderen Eigenleben sich absondert, ohne jedoch getrennt zu werden, nicht vollständig organisirt ist, aber die Kraft zur vollständigen Entwicklung in sich trägt.

Burdach unterscheidet den Knoten, insofern er aus gleichartiger Masse besteht, oder aus verschiedenartigen Theilen. Erstere Art stellt den einfachen Knoten oder Knollen, tuber, dar; letztere den Blätterknoten, als rundliche Gebilde, welche aus einem gleichartigen festen Körper, dem Wulste, onchidium, und aus blattförmigen Theilen, dem Schopfe, phylloma, bestehen. In seiner Beziehung zum Stammorganismus ist der Blätterknoten entweder vorübergehend, Zwiebel, bulbus, oder bleibendes Glied, Knospe, gemma.

Nach J. Müller besteht die ursprüngliche Organisation der Knospe darin, dass sie Zellen und zwar in verhältnissmässig geringer Anzahl enthält. Bei den Pflanzen stellte sie Haufen von gewöhnlichen Pflanzenzellen dar, ohne dass die Gefässe der Mutterpflanze an der Bildung der ursprünglichen Knospe den geringsten Antheil haben, vielmehr erst später mit ihr in Zusammenhang treten.

Er unterscheidet die Knospen der niederen oder gefässlosen Pflanzen, welche theils Haufen und Zellen, theils selbst einfache Zellen sind, und die der vollkommen aus Gefässen und Zellen bestehenden Pflanzen. Sie sind Axillar- und Terminalknospen, insofern sie Achsengebilde und unmittelbare Fortsetzungen der Achse sind; Adventivknospen, welche an den alten Stämmen der Bäume zur Rinde herausbrechen; Knospen an Blättern, wenn sie an diesen erscheinen. Die

Knollen sind unterirdische Stengel mit sehr aufgeschwollenem Mark- und Rindentheil, zwischen welchen die Gefässbündel liegen. Die Knospe entwickelt sich in diesem knolligen Theil des Stengels, wie am überirdischen Stengel. Die Zwiebeln sind nach Treviranus Knospen, deren Schuppen fleischig geworden sind; sie bilden sich seitwärts vom Stocke, bleiben einige Zeit mit demselben verbunden und werden durch dessen Vertrocknen frei.

Unter den Thieren kommt die Knospenbildung am häufigsten bei den Polypen, seltener bei [den Infusorien vor. Wahrscheinlich sind die Knospen auch hier zuerst Haufen von Zellen, welche sich nicht blos durch Bildung ähnlicher Zellen mehren, sondern sich auch in bestimmte Gewebe ordnen und umwandeln. Bei den Hydren erscheinen die Knospen zuerst als kleine rundliche Hervorragungen auf der Oberfläche des walzigen Körpers, mit Ausnahme der Arme, entwickeln sich dann zur Form des Thieres, welches durch seine Höhle mit der des Mutterthieres zusammenhängt. Bei den Sertularien erscheinen sie als stumpfe, geschlossene Hervorragungen des Stämmchens, zu welchem der gemeinschaftliche Kanal des Stengels führt. Bei den Corallenthieren fallen die Knospen nicht ab, sondern häufen sich fort und fort an; bei manchen Thieren gibt es besondere Ausläufer, an denen sich die Knospen bilden und selbst an abgestorbenen Polypenindividuen kommt zuweilen noch die Knospenbildung vor.

Die Ablösung der Knospe von dem Stamme geschieht entweder künstlich oder spontan, im entwickelten oder unentwickelten Zustande, welche Verschiedenheit sich sowohl bei den Pflanzen, als bei den Thieren zeigt.

Man hat zu der ungeschlechtlichen Zeugung auch noch eine Fortpflanzung durch Eier angenommen, wobei diese als Keime angesehen werden, welche innerhalb eines besonderen Organes, des Eierstockes, ihren ersten Ursprung haben, aber um sich vollständig zu entwickeln, eine Versetzung auf eine andere Stelle bedürfen, deren Matrix ferner aus einem völlig geschlossenen bildungskräftigen Behälter oder einer blasenförmigen Fruchthülle und einem Fruchtstoffe besteht. Diese Annahme von Eikeimen ist jedoch nicht haltbar.

Geschlechtliche Zeugung.

Die paarige oder geschlechtliche Zeugung, generatio digenea, erfordert einen doppelten Zeugungsstoff, den weiblichen und männlichen, das Ei und den Samen, und erst durch die Einwirkung des Samens auf das Ei wird dieses befruchtet. Beide Zeugungsstoffe werden entweder in verschiedenen Individuen erzeugt, oder in einem und demselben. Letztere, die hermaphroditische Zeugung erscheint wiederum unter doppelter Form, indem die hermaphroditischen Thiere sich entweder gegenseitig befruchten, so dass auch hier geschlechtliche Vermischung zweier Individuen nothwendig ist, bei welcher jedes befruchtet und befruchtet wird, oder es vermischen sich die beiden Zeugungsstoffe eines hermaphroditischen Individuums, und es findet hierdurch Befruchtung statt. Sind zwei Individuen zur Zeugung nothwendig, so befruchten sie sich entweder zu gleicher Zeit oder die Befruchtung geschieht bei einer Begattung nur einmal. Bei der Selbstbefruchtung hermaphroditischer Individuen findet entweder der Same im Innern des Thieres einen Weg zu den Eiern, oder die beiden Geschlechtsorgane werden äusserlich durch willkürliche Bewegungen des Körpers vereinigt.

Bei den Pflanzen sind die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane entweder in denselben Blüthen vereinigt, oder sie sind getrennt in verschiedenen Blüthen auf demselben Stamme oder gänzlich auf verschiedenen Stämmen gesondert. Letzteres findet jedoch am seltensten statt.

Die Bildung des Eies und des Samens, sowie die Leitung derselben geschieht durch die Zeugungsorgane.

Von den weiblichen Zeugungsorganen.

Bei den weiblichen Individuen wird der Zeugungsstoff, das Ei, in dem Eierstocke, ovarium, zuerst gebildet. Dass das Ei sich auch ohne dieses besondere Organ entwickeln kann, muss als unwahrscheinlich angesehen werden. Bei den Pflanzen ist der innere, untere, dickere Theil der weiblichen Blüthe, der Eierstock, Fruchtknoten, germen. Er bildet Zellen, in denen die Pflanzeneier oder Samenkörner sich entwickeln.

Vom Eierstocke und dem Eileiter.

Bei den weiblichen Thieren zeigt sich der Eierstock verschieden; er ist entweder hohl oder dicht. Der hohle Eierstock nimmt die Eier in gemeinsamer Höhle auf, und ist somit auch Behälter derselben. Bei dem dichten Eierstock werden die Eier in abgesonderten Zellen gebildet, und indem sie aus diesen treten, verlassen sie dadurch auch den Eierstock überhaupt. Bei den hohlen Eierstöcken ist die Höhle entweder mit den Eileitern unmittelbar kommunizirend oder von ihnen getrennt. Auch die Kommunikation zeigt sich noch in sofern verschieden, als Eierstockhöhle und Eileiter ohne jede Sonderung sind oder eine solche noch stattfindet.

Der vom Eileiter nicht abgesonderte Eierstock, der röhrenförmige Eierstock ist in seiner einfachsten und niedrigsten Form ein enger, langer, gefässreicher Kanal, der, wo er länger als der Körper, mehr oder weniger zusammengerollt ist, so bei Ascaris lumbricoides. In anderen Fällen besteht der Eierstock aus mehreren parallelen Kanälen, so namentlich bei Insekten. In noch anderen Fällen ist er kurz aber einfach, nur weiter und schlauchartig, so bei einigen Entozoen, Myriapoden und Crustaceen. Auf einer höhern Stufe zeigen sie Stülpungen nach Aussen und nach Innen, wodurch ebenfalls ein grösserer Raum der eierbildenden Fläche gegeben und die Form eine andere wird. Sie kommt bei Insekten und Mollusken vor. Bei einer weiteren Ausbildung dieser Stülpungen erscheinen die ursprünglichen Bildungstätten der Eier als geschlossene Räume oder als Zellen, welche von der gemeinschaftlichen Höhle getrennt sind, so bei den Arachniden.

Der Eileiter, als mittlere Sphäre der weiblichen Zeugungsorgane, dient entweder blos zur Leitung des Eies, oder er dient auch zugleich zum Aufenthalt desselben; im ersten Falle ist er gleichartig, in dem zweiten Falle ungleichartig, indem die Funktionen der Leitung und der Aufbewahrung getrennt sind. Der Eileiter ist in seinem Verhältnisse zum Eierstocke entweder mit demselben zusammenhängend oder von demselben getrennt. In dem letzteren Falle dringt das Ei auf der Oberfläche des Eierstockes nach der Bauchhöhle hervor und wird hier von dem Leiter aufgenommen, wobei das Ei entweder in die Bauchhöhle fällt, oder von dem freien offenen Ende

des Leiters in der Nähe des Eierstockes sogleich aufgenommen wird.

Der Zahl nach ist der Eileiter entweder unpaarig oder mehrfach, und im letzteren Falle bleiben die einzelnen Eileiter entweder getrennt oder vereinigen sich.

Die Trennung des Eierstockes vom Eileiter ist bei den Wirbellosen sehr selten, nach v. Siebold kommt sie am Echinorhynchus vor; bei den Wirbelthieren ist diese Trennung vorherrschend, mit Ausnahme der meisten Knochenfische.

Einen einfachen Eileiter findet man bei den Holothurien, beim Strongylus, bei den Ascidien, bei den Gasteropoden, unter den Arachniden beim Phalangium, unter den Myriapoden bei der Scolopendra, unter den Fischen bei Ammodytes tobianus, Blennius viviparus und Perca fluviatilis. Bei den meisten Vögeln, mit Ausnahme der Raubvögel, ist nur der linke Eierstock und Eileiter ausgebildet, der andere aber nur beim Fötus vorhanden nnd verkümmert.

Die Funktionen des Eileiters bestehen nicht allein in der Fortbewegung des Eies, welche Bewegung stets mehr oder weniger langsam geschieht, vorzüglich durch Längenmuskeln bewirkt wird, und zu welcher der Eileiter zugleich eine Feuchtigkeit gibt, welche die Bewegung und Entleerung befördert, sie beziehen sich auch auf die Entwicklung des Eies selbst, indem der Eileiter Stoffe liefert, die direkt zur Ernährung des Eies oder als Hüllen zum Schutze desselben dienen. Zu diesem letzteren Endzwecke treten in den unteren Bildungsstufen besondere Blasen, cylindrische Röhren oder drüsige Gebilde zum Eileiter hinzu. In den höheren Entwicklungen bei den Säugethieren theilt sich der Eileiter in diesen Funktionen nach den verschiedenen Stellen, indem der untere Theil der Behälter des Eies wird und vorzüglich die Entwicklung desselben ausführt, obgleich auch hier keine vollständige Trennung der Funktionen stattfindet, indem das Ei schon während des Durchganges durch den leitenden Theil sich entwickelt, und jener Behälter nach der Entwicklung wiederum die Fortleitung zu übernehmen hat.

Vom Fruchthalter.

Dieser Behälter, der Fruchthalter, die Gebärmutter, unterscheidet sich von den anderweitigen Erweiterungen der Eileiter

dadurch, dass zwischen diesen und den übrigen Theilen des Eileiters keine scharfe und bestimmte Sonderung stattfindet, während der Fruchthalter ein vom Eileiter ganz verschiedenes Organ bildet. Ferner entwickelt sich das Ei in jenen Erweiterungen ohne unmittelbare organische Verbindungen, und ohne an bestimmte Zeitdauer gebunden zu sein, während bei dem Fruchthalter eine solche Verbindung vorhanden und die Entwicklung in demselben eine nach bestimmten Gesetzen gegebene ist.

Die Form des Fruchthalters zeigt in den höheren Entwicklungen eine immer grössere Vereinfachung. Bei den Monotremen bildet jeder Eileiter eine längliche Erweiterung, welche noch nicht als Fruchthalter anzusehen. Bei den Beutelthieren geht jeder Eihalter zu einem dickhäutigeren, von faltenbildender Schleimhaut ausgekleideten Fruchthalter über, und jeder dieser beiden Fruchthalter mündet mit einer Vorragung in die Höhle einer der beiden Vaginae. Diese Form ist von Burdach als vielfacher Fruchthalter, Uterus multiplex, bezeichnet.

Bei den meisten Nagern und bei Orycteropus führt jeder Eileiter in einen darmförmigen Fruchthalter, an ihrem Ende liegen beide Fruchthalter dicht neben einander und münden mit zwei getrennten Ostia in die einfache Vagina; zweimündiger Fruchthalter, Uterus biforis, duplex.

Bei anderen Gattungen der Nager bleibt der bei weitem grösste Theil des Uterus zwar getheilt, aber es erscheint durch Vereinigung der beiden Fruchthalter an ihrem äussersten Ende schon ein sehr kleiner einfach ausmündender Gebärmutterkörper; zweihälsiger Fruchthalter, Uterus bicollis, divisus.

Bei den Raubthieren und Insectivoren, sowie bei allen Cetaceen, den Pachydermen, Einhufern und Wiederkauern bleibt die ursprüngliche Duplizität des Fruchthalters scharf ausgeprägt. Der untere einfache Theil ist zwar grösser, er geht aber in zwei in der Regel lange Hörner über, welche mit den Eileitern zusammenhängen, aber meist ziemlich scharf abgegrenzt sind. Diese Hörner erhalten sich, obschon von geringer Ausdehnung, bei den meisten Chiropteren und bei den Halbaffen. Erstreckt sich diese Duplizität auf Körper und Grund des Fruchthalters, so stellt dieses den zweikörperigen

Fruchthalter, uterus bicorporeus, s. bicornis divisus dar; erstreckt sie sich blos über den Boden, den zweibodigen Fruchthalter, uterus bifundalis s. bicornis simplex; findet sie sich auch hier nur auf den Stellen, wo die Fruchthalter sich einmünden, so stellt dieses den zweiwinkligen Fruchthalter, uterus biangularis, dar.

Bei den meisten Edentaten, den eigentlichen Affen und dem Menschen erscheint der Fruchthalter einfach, uterus simplex, und nur bei einigen Edentaten wird die ursprüngliche Duplizität des Fruchthalters durch eine Verdopplung seiner Ausmündungen, also durch einen doppelten Muttermund angedeutet.

Aeussere Geschlechtsorgane.

Die äussere Sphäre der weiblichen Geschlechtstheile dient sowohl zur Ausleerung des Fruchtstoffes nach Aussen, als auch zur Aufnahme des männlichen Zeugungsstoffes, also zur Wechselwirkung der Geschlechter. Die Eileiter münden nun entweder einfach nach Aussen, oder es erscheint als Ende der weiblichen Zeugungsorgane ein eigenthümliches Gebilde, der Fruchtgang, die Vagina, welche sich erst bei den Säugethieren zeigt.

Von den männlichen Zeugungsorganen.

Bei den männlichen Zeugungsorganen unterscheiden wir ebenfalls die innere, mittlere und äussere Sphäre.

Von den Hoden.

Die erstere enthält die Organe der Samenbereitung, die Hoden. Bei den Pflanzen wird der Staubbeutel, die Anthere, als Hoden angesehen. Die thierischen Hoden erscheinen entweder als Kanäle oder als drüsige Gebilde. Die Kanäle sind entweder frei liegend, so dass sie auch äusserlich als einfache Cylinder erscheinen, oder sie sind mit einander vereinigt. Bei den freien Kanälen setzt sich in der niedrigsten Form der Hode ohne Abgrenzung in den Samenleiter fort, so bei Ascaris lumbricoides, dem Julus. Findet eine Begrenzung gegen die Samenleiter statt, so erscheinen die Hoden als Schläuche oder Gefässe. Kurze, weite Schläuche beobachtet man bei Echinorhynchus gigas, Oniscus ceti, aquaticus und ascellus, bei den

Scolopendern, Spinnen und Ephemeren; mehr enge und lange Gefässe bei vielen Insekten.

Bei der gebundenen Form sind die zusammenliegenden Samengefässe mehr oder weniger fest mit einander vereinigt, und es ist entweder ein Gefäss zu einem Knäuel umwickelt, so dass nur ein Ausführungsgang, oder es sind mehrfache Kanäle, die sich gegen den Samenleiter zu vereinigen.

Bei der drüsigen Form der Hoden sind die Kanäle in ein reichliches Zellgewebe versenkt, von gemeinschaftlichen Membranen überzogen und mit Luftröhren oder Blutgefässen durchwebt. Die Hodenmasse scheint entweder aus Kügelchen, oder aus Röhren, oder aus Zellen, oder aus Röhren und Zellen zu bestehen.

Die Kügelchen sind zum Theil Bläschen oder erweiterte blinde Enden der samenbildenden Kanäle, zum Theil Drüsenklümpchen. Sie zeigen sich schon bei den Insekten. Der röhrige Bau entsteht, wenn ein einfacher zusammengewickelter oder ein ästiger Kanal, oder in mehreren Bündeln zusammenliegende, an ihrem Ende sich vereinigende Kanäle in zellige Masse eingehüllt sind; so bei den Cephalopoden, bei den meisten Fischen, bei Schlangen, Eidechsen und Schildkröten. Ein zelliger Bau kömmt bei Fischen vor. Die Vereinigung des zelligen und röhrigen Baues zeigt sich bei Vögeln und Säugethieren. Bei den Vögeln ist der linke Hoden sehr häufig umfänglicher als der rechte, welcher nicht selten auch etwas höher liegt. Umfang, Form und Färbung verhalten sich, je nachdem sie während oder ausser der Begattungszeit untersucht werden, äusserst verschieden. Während sie ausser der Begattungszeit winzig und zusammengeschrumpft erscheinen, schwellen sie zur Zeit derselben sehr an und sind stets von weisser Farbe. Bei den Säugethieren bieten sie in Hinsicht ihrer Lage beträchtliche Verschiedenheiten dar. Bei vielen liegen sie dauernd innerhalb der Bauchhöhle, vor den Nieren oder unterhalb derselben, so bei den Monotremen, vielen Edentaten, allen Cetaceen, den Sirenen und manchen Pachydermen. Bei andern liegen sie in der Leistengegend unter der Haut, in einem herabhängenden Hodensacke oder ohne denselben. Der Scheidenkanal bleibt meistens offen, und zur Brunstzeit schlüpft dann häufig der Hoden in die Bauchhöhle.

Nur bei dem Menschen ist die Lage ausserhalb der Bauchhöhle feststehend und vollkommen durchgeführt.

Der Hoden ist viel seltener als der weibliche Eierstock unpaarig, so nur bei den Gasteropoden, bei denen er unpaarig und unsymmetrisch zugleich ist. Bei mehreren Arachniden, Insekten, Crustaceen, Fischen und bei einigen Vögeln, so bei Colymbus cristatus und Numida meleager ist er zwar unpaarig, aber er ist dabei symmetrisch, nur als eine Verwachsung zweier in der Mittellinie des Körpers an einander gerückter Hoden zu betrachten, und geht in zwei Samenleiter über.

Von den Samenleitern.

Die Samenleiter, welche den Eileitern entsprechen, fehlen in den seltensten Fällen; es findet dieses nie bei den Wirbellosen und unter den Wirbelthieren nur bei einigen Fischen statt, nämlich den Cyclostomen, sowohl dem Petromyzon, Ammocoetes, als den Myxinoiden und ferner bei den Aalen. Bei dem männlichen Petromzyon hängen die Hoden an der Wirbelsäule; im Mai findet man die Bauchhöhle voll flüssigen Samens, und drückt man dieselbe, so fliesst er im Strome aus einer am After gelegenen Papille heraus. Der Kanal zur Ausführung des Sekretes aus der Bauchhöhle ist äusserst kurz, und ist nicht in einen freien Leiter im Innern der Bauchhöhle ausgezogen. Ganz ähnlich verhält es sich bei den Myxinoiden und Aalen (Rathke, *Beiträge zur Geschichte der Thierwelt, Th.* 2. Müller's *Archiv,* 1836, 176).

Wo der Samenleiter vorhanden, ist er immer die unmittelbare Fortsetzung des Hodens, und bildet, wenn er von bedeutender Länge ist, dadurch, dass er sich anfangs vielfach verwickelt, den Nebenhoden, der auch dadurch entsteht, dass mehrere Samenleiter aus den Hoden entstehen und sich in einen Kanal vereinigen.

Die bedeutende Länge und Duplizität sind für die Samenleiter charakteristisch.

Die Samenleiter erweitern sich an einzelnen Stellen zu Schläuchen und Blasen, und es dienen diese als Behälter zur Ansammlung und Umwandlung des Samens, oder es treten bestimmte Nebenorgane, die Samenbläschen, die Cowperschen Drüsen und die Prostata hinzu. Die Samenbläschen sind ebenfalls theils Behälter des Samens, theils tragen sie zur Ent-

wicklung desselben bei, während die drüsigen Organe eigene Flüssigkeiten liefern, deren Beziehung zum Samen jedoch nicht bestimmt nachgewiesen ist.

Bei der Mehrzahl der Säugethiere sind die Samenblasen als eigenthümliche Sekretionsorgane und nicht als Receptacula seminis anzusehen; sie kommen vor bei den Sirenen, den meisten Pachydermen, den Einhufern, den Edentaten, den Nagern, den Insektivoren, den Chiropteren und Quadrumanen; fehlen dagegen den Monotremen, den Beutelthieren, den ächten Cetaceen und den eigentlichen Ferae, mit Ausschluss der Insektivoren.

Der Prostata analoge drüsige Gebilde scheinen den Monotremen zu fehlen; auch die Wiederkäuer besitzen keine besondern Vorsteherdrüsen. Bei den Beutelthieren befinden sich zahlreiche Mündungen von Follikeln, welche in der Nähe des Blasenhalses eine dicke Schicht bilden, an der Innenwand des Beckentheiles der langen Urethra. Bei den meisten Säugethieren bilden die, gewöhnlich mit zahlreichen Ostia in die Harnröhre mündenden Schläuche der Prostata eine einfache Masse, welche in der Gegend der Einmündungstelle der Harnleiter, im Umkreise der Harnröhre liegt. So bei den Cetaceen, bei den Einhufern, bei den Edentaten, den meisten Ferae, den Chiropteren und Quadrumanen. Beim Elephanten, den meisten Nagern und einigen Insektivoren sind zwei oder selbst drei Paar solcher Drüsen vorhanden.

Die Cowperschen Drüsen kommen weniger allgemein vor, als die Prostata. Sie werden vermisst bei den Cetaceen, bei vielen Ferae und anderen Säugethieren. Beträchtlich, und mit langem und weitem Ausführungsgange versehen, sind sie bei den Monotremen, in dreifacher Zahl jederseits vorhanden und in den Bulbus der Harnröhre mündend bei den meisten Säugethieren; einfach paarig bei den übrigen Ordnungen, zugleich aber verhältnissmässig viel umfangreicher als beim Menschen.

Aeussere männliche Geschlechtsorgane.

Die Samenleiter gehen entweder direkt nach Aussen oder sie gehen in die männliche Ruthe über. Die Männchen der Fische, aller nackten Amphibien, der Singvögel und Raubvögel sind ohne Ruthe. Wo diese fehlt, mündet der Samenleiter entweder an der äussersten Oberfläche oder in einer Cloake,

bei welcher der Samenleiter bei der Oeffnung noch eine Erhöhung bildet. Die Ruthe dient wesentlich als Begattungsorgan, enthält aber nicht immer den Samenleiter, dieser mündet vielmehr an einer andern Stelle und die Ruthe dient bei der Begattung blos zur Reizung, so bei den hermaphroditischen Thieren, unter den Anneliden beim Regenwurme, bei den Schlangen und den meisten Eidechsen, dem Strause, Casuar und Hocko; bei Enten, Gänsen und Störchen hat die männliche Ruthe eine Furche.

Von dem weiblichen Fruchtstoffe, dem Eie.

Nach dieser Darlegung der weiblichen und männlichen Geschlechtstheile in ihren verschiedenen Formen im Thierreich, gehen wir zur Beschreibung des weiblichen Eies und des männlichen Samens über, in so weit dieselben sich ohne den Akt der Befruchtung ausbilden.

Ueber die Entstehung des weiblichen Eies gibt Litzmann (Wagners *Handwörterbuch der Physiologie, Bd. III, p.* 28) folgende Darstellung. Bei den Wirbellosen und einigen Wirbelthieren erzeugen sich die Eier innerhalb blinddarmförmiger Röhren oder frei in einem zellgewebigen Parenchyme, bei den höheren Wirbelthieren dagegen werden sie in geschlossenen Drüsenbläschen produzirt. Nach Valentin (Müllers *Archiv*, 1838) ist auch bei diesen die Elementarform der Ovarien anfangs eine röhrige, analog der bleibenden Bildung bei den niederen Thieren. Es entstehen nach ihm in dem Blasteme des Eierstocks zuerst strahlig gegen den Mittelpunkt hin Leisten, welche sich in schmälere Leisten theilen und dann eine Höhlung in sich entwickeln. Sehr bald nach ihrem Entstehen entwickeln sich in ihnen die Follikeln; bei Rindsembryonen von 8—10″ Länge fand Valentin sie schon zu Hunderten in denselben. Sie haben anfangs einen Durchmesser von 0,0008 bis 0,0012 Pariser Zoll, und bestehen aus einer äusseren durchsichtigen Hülle und einem körnerreichen Contentum. Bei fernerem Wachsthum bilden zunächst die Körner an der Innenfläche des Follikels eine Membran, membrana cumuli (granulosa, v. Baer), während der übrige Inhalt sich verflüssigt. Dann erst erfolgt die Entwicklung des Eies. Nach Bischoff und Litzmann unterscheidet man anfangs in den Eier-

stöcken nichts als primäre Zellen und Zellenkörner, dann erscheinen die Follikeln zuerst als kleine, rundliche Gruppen solcher in regelmässiger Stellung zusammengruppirter und sich vereinigender Zellen in dem Eierstocke zerstreut, und in grosser Anzahl. Sie sind anfangs sehr schwer zu erkennen und kaum von dem gleichfalls aus Zellen bestehenden Stroma zu unterscheiden. Später hellen sie sich auf, indem die peripherischen Zellen vollkommen unter einander verschmelzen und eine homogene, feine, durchsichtige Hülle darstellen, während der Inhalt sich verflüssigt. Bald legt sich dann wieder eine Schicht endogener Zellen als eine Epitheliumlage an die innere Fläche der membrana folliculi an. Der Inhalt der Bläschen besteht aus einer wasserhellen Flüssigkeit, in welcher Zellenkerne und den späteren Dotterkörnchen gleiche Körnchen sich befinden. Gleichzeitig mit der Entwicklung der Follikel bilden sich die Follikel des Stroma in Bindegewebsfasern um.

Ueber die Genesis des Eies, die genau mit seiner histologischen Deutung zusammenhängt, sind die Ansichten ebenfalls noch getheilt. Das Ei besteht in allen Thierklassen aus denselben wesentlichen Elementen, einer einfachen Hülle, der Dotterhaut oder zona pellucida, und einem mehr oder minder flüssigen, mit Körnchen und Fetttröpfchen gemischten Inhalte, dem Dotter, in welchem das Keimbläschen mit dem Keimflecke eingebettet liegt. Das Ei der Säugethiere und des Menschen zeichnet sich vor denen der übrigen Thiere durch seine Kleinheit aus, es enthält nur $1/_{20}$ bis $1/_{15}$ bis $1/_{10}'''$ im Durchmesser. Diese Kleinheit rührt von der geringen Menge des Dotters her, der beim Menschen und einigen anderen Säugethieren noch durch seine zähe, wenige flüssige Beschaffenheit hervorsticht. Das Keimbläschen ist 0,0015 bis 0,0020''' gross und enthält ausser dem Keimflecke eine eiweissartige Flüssigkeit. Wagner untersuchte die Eier der Insekten auf den successiven Stufen ihrer Entwicklung. Er fand in den Spitzen der Eileiter zuerst einzelne Körner, welche Keimflecke zu sein schienen, und bisweilen schon sehr kleine Molekule in den Zwischenräumen derselben abgelagert. Dann erschienen diese Körnchen von zarten, kreisförmigen Linien umschlossen, die sich später deutlich als Keimbläschen herausstellten. Weiter abwärts zeigten sich die Bläschen in eine körnige Masse eingebettet, doch schienen sie ihm hier schon von einer zweiten

Hülle und einem wasserhellen Dotter umgeben zu sein. Bischoff beobachtete die Entwicklung des Eies in den Follikeln des Eierstockes bei den Säugethieren. In der wasserhellen, mit Zellenkörnern und Körnchen gemischten Flüssigkeit der jungen Follikel fand er etwas später ein wasserhelles, vollkommen sphärisches und einen Kern besitzendes Bläschen, dem Keimbläschen durchaus ähnlich, für welches er es auch mit Bestimmtheit hält. Je weiter der Follikel entwickelt war, um so zahlreicher waren die den Dotterkörnchen gleichen Körnchen um das Bläschen abgelagert; die weitere Entwicklung konnte er jedoch nicht verfolgen, denn auf der nächsten Stufe, wo er sich wieder mit Sicherheit von den Verhältnissen überzeugen konnte, fand er in den Follikeln die Eichen schon mit allen ihren wesentlichen Theilen. Die kleinsten Follikel, in denen er ein solches Ei unterscheiden konnte, mochten $1/_{200}$ bis $1/_{100}$ Pariser Zoll im Durchmesser halten. Die Eichen füllten die Follikel fast ganz aus, die Zona war sehr blass, auch der Dotter enthielt verhältnissmässig noch wenig Dotterkörnchen und war deshalb gleichfalls noch hell. Bischoff schliesst sich nach diesen Untersuchungen der Ansicht Valentin's und Henle's an, wonach das Ei wie die Ganglienkugel sich bildet, zuerst der Keimfleck und das Bläschen, als Kern und Zelle, um welche sich sekundär die Dotterkörnchen ablagern und sich hierauf mit der strukturlosen Hülle umziehen.

Die Zeit der ersten Entstehung der Follikel ist nach Bischoff in den verschiedenen Ordnungen der Säugethiere verschieden, fällt jedoch bei allen später, als die Bildung der Samenkanälchen. Bei Hunden und Kaninchen fand er niemals vor der Geburt deutliche Spuren derselben, wohl aber bei Rinds- und Schweineembryonen. Beim Menschen fand er bei der Mehrzahl neugeborner Früchte noch keine Spur der Graafschen Bläschen und Eier als solcher, sondern nur die früheren Formen ihrer Entwicklung, oft nicht einmal diese, sondern nur ein gleichförmiges, zelliges Stroma. Bei anderen dagegen waren die Graafschen Bläschen und Eier schon ziemlich weit entwickelt, selbst so, dass sie äusserlich wahrgenommen werden konnten; die Zahl solcher ausgebildeten Eichen war aber immer nur sehr gering. Litzmann fand bei menschlichen Embryonen aus den letzten Schwangerschaftsmonaten, immer

nur die früheren, mit blossen Augen nicht sichtbaren Entwicklungsformen der Follikel bis zu etwa $^1/_{60}$''' im Durchmesser, in denen höchstens eine Membrana granulosa gebildet schien, niemals aber ein Ei enthalten war. Bei Neugebornen und bald nach der Geburt Verstorbenen dagegen fand er neben diesen stets einzelne entwickeltere Follikel, als röthlich durchscheinende Bläschen bis zu 1''' im Durchmesser, sie enthielten sämmtlich Eier, deren Zona aber noch sehr dünn war. Bischoff nimmt an, dass die Entwicklung der Follikel und Eier auch beim Menschen in den zeugungsfähigen Jahren ununterbrochen fortdauere, obwohl es schwer sei, in den Pubertätsjahren Follikel auf den früheren Bildungsstufen zu beobachten. Zur Zeit der Pubertät erhält jedenfalls ein Theil seine vollständige Reife. Die reifenden Follikel schwellen an, rücken der Oberfläche der Ovarien näher, so dass sie zum Theil selbst über dieselben hervorragen, ihr Ueberzug wird dünner. Bei Hunden und Kaninchen fangen die Zellen des sogenannten Discus proligerus um die Zona herum an, sich in Fasern auszuziehen, und geben mit diesen auf der Zona aufsitzend dem ganzen Ei ein strahliges Ansehen. Die Eier nehmen ebenfalls an Grösse zu und treten aus dem Centrum der Follikel näher an die innere Wand derselben hinan. Der Dotter gewinnt an Umfang, wird dunkler, voller und dichter, indem die Menge der Dotterkörnchen zunimmt, die des flüssigen Bindemittels dagegen und wahrscheinlich auch der Fetttröpfchen abnimmt. Das Keimblättchen erreicht am frühesten seine Ausbildung und nimmt dann später in dem Maasse, als der Dotter mit seiner Hülle wächst, an Grösse ab, während es zugleich der Oberfläche des Dotters sich nähert; in ganz reifen Eiern kann es selbst fehlen. Beim Hunde beginnt sogar die Entwicklung des gelben Körpers, als den Granulationen ähnliche Wucherungen von der Innerfläche der Graafschen Bläschen, schon vor der Eröffnung derselben und dem Austritte der Eier.

Was die genaueren Angaben in Bezug auf die Beschaffenheit der Eier im Eierstocke betrifft, so unterscheidet man bei dem Eie der Wirbellosen, der Fische, Amphibien und Vögel vier wesentliche Bestandtheile: die Epikapsel, die Dotterhaut, das Keimbläschen und den Keimfleck. Die Epikapsel ist entweder vom Stroma des Eierstockes isolirt, und kann dann selbst mit dem Ei abgehen, oder sie ist mit der vom Stroma

gebildeten Kapsel, der theca, inniger verwachsen, so bei den eierlegenden Wirbelthieren. Nach Jones und Barry ist die Epikapsel der Eierleger mit dem Graafschen Follikel der Säugethiere identisch.

Innerhalb der Epikapsel liegt die Dotterkugel, welche in der Dotterhaut, membrana vitellina, eingeschlossen ist. Diese liegt anfangs an die Epikapsel an, wird aber später durch einen ziemlich grossen Zwischenraum getrennt.

Das Keimbläschen, vesicula Purkinjii s. germinativa, liegt in der Dottersubstanz. Es ist anfangs im Verhältniss zum Dotter relativ grösser und nähert sich später der Oberfläche des Dotters.

Der Keimfleck, macula germinativa, nucleus germinativus, liegt nebst einer durchsichtigen Flüssigkeit innerhalb des Keimbläschens. Er besteht aus einem oder mehreren trüben Körperchen. Beim Menschen, bei den Säugethieren, den Vögeln, den beschuppten Amphibien und vielen Wirbellosen ist er einfach und schon in den jüngsten Eiern zu erkennen. Mehrere runde Flecke findet man bei den nackten Amphibien, den Knochenfischen und mehreren Wirbellosen. Bei reiferen Eiern treten mehrere Granulationen an der innern Wand der Keimbläschen auf, während die früheren Keimflecke undeutlich werden. Bei einigen Wirbellosen scheint der Keimfleck noch von einer Hülle umgeben.

Bei den reiferen Eiern der eierlegenden Wirbelthiere liegt das Keimbläschen oberflächlich unter der Dotterhaut, in einer scheibenförmigen Körnerschicht, discus proligerus, eingebettet; es erstreckt sich von dieser nach der Mitte der Dottermasse ein mit einer durchsichtigeren Masse gefüllter Kanal. Diese Masse besteht nach Schwann aus Zellen, die von geringem Durchmesser sind und einen Kern enthalten; sie ist leichter als die übrige Dottermasse.

Das Keimbläschen verschwindet schon vor der Befruchtung, zur Zeit, wo das befruchtete Ei den Eierstock verlässt; es verschmilzt mit der körnigen Substanz des Discus proligerus. Diese Keimscheibe ist die Stätte für die Bildung des Embryos; im Vogelei findet sich unter derselben ein Häufchen Körnermasse, der Kern der Keimscheibe oder des Hahnentrittes.

Eiweiss und Schale erhalten die Eier erst im Eileiter.

Bei den Säugethieren liegen die Ovula in den Graafschen Bläschen, welche als Epikapsel zu betrachten sind. Sie sind mit einer eiweissartigen, mikroskopische Körnchen enthaltenden Flüssigkeit gefüllt, in welcher das verhältnissmässig sehr kleine Ei liegt; jedoch ist dasselbe in unreifen Kapseln verhältnissmässig grösser und mehr in der Mitte gelagert. Es besteht aus einer dicken Dotterhaut, welche unter dem Mikroskop als heller Ring erscheint, Zona pellucida nach Valentin und Bernhardt, Chorion nach Wagner. Innerhalb derselben liegt die Dottersubstanz aus Körnchen oder Zellen, auch Fetttröpfchen bestehend. Sie bildet eine Kugel, die an der Dotterhaut in der Regel dicht anliegt; zuweilen findet dieses bei reifen Eiern nicht statt. Das Keimbläschen in dem Ovulum der Säugethiere wurde von Coste entdeckt; es ist schon innerhalb des Ovulums sichtbar, wenn man es vorsichtig durch Druck abglättet, wobei das Keimbläschen oft unversehrt heraustritt. An der einen Wand des Keimbläschens findet sich der Wagner'sche Keimfleck von $\frac{1}{200}$—$\frac{1}{300}$ Linie Durchmesser. Der Discus proligerus fehlt, und Wagner vermuthet, dass derselbe durch die den ganzen Dotter umgebende zusammenhängende Körnerschicht ersetzt sei.

Von dem männlichen Fruchtstoffe, dem Samen.

Der männliche Same besteht aus drei wesentlichen Theilen, der Samenflüssigkeit, den Samenkörnchen und den Samenthierchen. Ausserdem finden sich noch verschiedenartige Körner, ölige Kugeln und losgelöste Ephithelialgebilde der Samenkanäle in demselben. Ueber die chemische Beschaffenheit dieser Flüssigkeit verweisen wir auf die medizinische Chemie. Die Samenthierchen fehlen bei den wenigsten Thieren, so bei der Gattung Astacus unter den Crustaceen; bei den Flusskrebsen und den Hummern hat man statt derselben eigenthümliche bewegungslose Körper beobachtet. Ueber die Art der Entstehung der Samenthierchen hat R. Wagner Folgendes beobachtet. Im Winter fand er in dem Contentum des Hodens der Singvögel blos kleine Körnchen, die im Frühjahr verschiedene Formen annahmen, zwischen denen Bündel von Samenthierchen erscheinen. Sie entstehen in eigenthümlichen sehr dünnhäutigen Blasen oder Schläuchen, Zellen. Die spiralen vorderen Enden liegen zusammen, und ebenso die

Schwänze. Im Hoden waren noch keine Lebensbewegungen zu beobachten, im Vas deferens waren die Samenthiere frei. Im Samen des Hodens befinden sich, ausser kleinen punktirten körnigen Kügelchen, grössere Blasen, welche mehrere körnige Kugeln einschliessen, und ähnliche grosse runde Körper, welche im Innern mehrere körnige Kerne enthalten. Die letzteren Blasen stehen in naher Beziehung zur Genesis der Samenthiere, denn zwischen den körnigen Körperchen der Blasen erscheinen fein granulirte Niederschläge, wobei die Kernkugeln verschwinden und lineare Gruppirungen entstehen, die sich bald als Bündel von Samenthierchen kenntlich machen.

Der Form nach unterscheidet man Samenthierchen mit elliptischem Körper und einem langen Schwanzfaden, wie sie beim Menschen und den meisten Säugethieren vorkommen; mit birnförmigem Körper und Schwanzfäden, ebenfalls bei einigen Säugethieren; mit walzenförmigem Körper und einem Schwanzfaden, bei mehreren Vögeln, Amphibien und Fischen; mit schraubenförmig gedrehtem Körper und Schwanzfaden, bei den Singvögeln, den Haifischen und Paludinen; mit haarförmigem Körper, bei vielen Mollusken, Insekten und Würmern. Beim Menschen haben sie eine Grösse von $1/_{50}$ — $1/_{70}$ Linie, doch steht ihre Grösse in keinem Verhältniss zur Grösse des Thieres, in dessen Samen sie leben; so sind sie bei den Wallfischen nicht grösser, als bei manchen ganz kleinen Thieren, und bei manchen Insekten grösser als beim Menschen; bei den niederen Thieren kommen sie nicht blos grösser, sondern auch zahlreicher als bei höheren vor.

Nach Burdach bilden sie sich erst während des längeren Aufenthaltes des Samens im thierischen Körper, und wo der Same häufig ausgeleert wird, fehlen sie, auch findet man sie meistens erst in den Samenbläschen entwickelt. Ihre Zahl nimmt zu, wenn der Same dünner wird, also in der Auflösung begriffen ist, und während ihre Bewegung im frischen Samen langsam und schleppend wird, erscheint sie im verdünnten Samen lebhafter. Nach Valentin wird die Bewegung nicht selten lebhafter, sobald man das Sperma mit Wasser, Blutserum, einer flüssigen Eiweisslösung u. s. w. verdünnt. Ist der Same keinen schädlichen Einwirkungen ausgesetzt, so hat Valentin schwache Regungen der Spermatozoen 84 Stunden nach dem Tode eines 50jährigen Mannes beobachtet. Nach

Krämer verstärkten sie sich in einer Temperatur von 35^0 C., verblieben noch bei 37,5 bis $46{,}25^0$ C., hörten grösstentheils bei $56{,}25^0$ auf, zeigten sich nicht mehr, sobald sie nur eine Minute in dieser Wärme verweilt hatten, fehlten nach einem augenblicklichen Aufenthalte in $62{,}5^0$ C. gänzlich, und verlangsamen sich bei $12{,}5^0$ C., hörten jedoch selbst dann nicht auf, wenn der Same von Schnee umgeben, aber nicht angefroren war. Mineralsubstanzen, wie Phosphorsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, eine Auflösung von arseniger Säure in Harn, Jod, Solutionen von kaustischem und kohlensaurem Kali, Sublimat, salpetersaurem Silberoxyd und konzentrirtere Lösungen von Zucker oder Kochsalz, Pflanzensubstanzen, wie eine Lösung von reinem Opium, essigsaurem Morphin, reinem Strychnin, wässrige Blausäure, ätherisches Bittermandelöl, Terpenthinöl, Oleum camphoratum, Oleum animale Dippelii, Oleum Sinapeos äthereum, Oleum filicis maris, Crotonöl, Mimosenschleim, Alkohol, Schwefeläther, Kreosot und Essigsäure hemmen die Bewegungen der Spermatozoen und auch der Speichel oder Harn wirkten mehr oder minder schädlich ein. Indifferent verhielten sich der Saft der Vorsteherdrüse, der Schleim der Scheide, einzelne Urine, das Blut im Ganzen oder dessen Serum, die Galle, die Milch, das Hühnereiweiss, der Eiter, der Schleim der Vagina einer Syphilitischen, reines Opium oder Strychnin in Substanz, Süssmandelöl, Anisöl und Cajeputöl. Nach Donné können die Bewegungen der Spermatozoen durch einen krankhafter Weise abgesonderten sehr sauren Scheiden- oder bisweilen durch den alkalischen Urinschleim, welcher an den Gebärmutterlefzen haftet, binnen Kurzem aufgehoben werden. Ein Gleiches scheint nach ihm durch den während der Schwangerschaft abgesonderten Schleim bewirkt zu werden.

Bei manchen Thieren und namentlich bei den Vögeln kommen die Samenthierchen nur zur Zeit der Brunst vor, und in den Bastarden, welche zur Zeugung meist unfähig sind, wird ihre Entwicklung gehemmt. Hebenstreit, Bonnet, Gleichen fanden sie nicht bei Maulthierhengsten, ebenso Prévost, Dumas und R. Wagner bei Vogelbastarden.

Die Bewegungen der Spermatozoen der Menschen werden vorzugsweise durch den Kopf derselben bestimmt, und geht daher nicht der Schwanztheil voran. Sie schwingen auf- und

abwärts oder pendelartig von einer Seite zur andern, drehen sich in einem vollständigen Kreise oder einem Kreisbogen, schreiten in Schlangenlinien oder abgebrochenen Bogenstücken, die nach einer Seite gerichtet sind, fort, schlagen mit dem Schwanze oder schlängeln denselben, oder rotiren sich um ihre Längenachse u. dgl. mehr. Oft bleiben sie hierbei so ziemlich an demselben Ort, verändern denselben aber auch häufig.

Es ist streitig, ob die Spermatozoen parasitische Thiere oder eigne Gewebtheile des Samens seien. Treviranus spricht sich für die letztere Annahme aus; Burdach für die erstere, nach ihm gehören sie in die Klasse der Infusorien und zwar zur Sippe der Cerkarien. In neuerer Zeit, wo die Generatio aequivoca mehr zurückgedrängt ist, spricht die beobachtete Entwicklung der Samenthierchen aus Zellen zu Gunsten der von Treviranus ausgesprochenen Ansicht.

Was die Beziehung der Samenthierchen zur Befruchtung betrifft, so soll man zwar nach Valentin da, wo sie fehlen, nach allen Beobachtungen annehmen können, dass auch die Fähigkeit zur Befruchtung mangele; dennoch aber stehen sie in keiner direkten Beziehung zur Zeugung. Sie sind nach Burdach nicht das Zeugungskräftige, sondern nur eine Nebenwirkung und begleitende Erscheinung der Zeugungskraft, indem im zeugungsfähigen Samen die Bedingungen ihrer Entwicklung vorhanden sind. Dieser Ansicht tritt auch v. Baer vollkommen bei. Nach ihm sind die Samenthierchen Entozoen des Samens, nicht durch Secretion unmittelbar erzeugt, sondern nur eine nothwendige Folge einer gehörigen Sekretion des Samens. Wie die Entozoen sich nur da zeigen, wo Anhäufungen von Schleim und Eiweiss vorhanden, so ist der Same zu deren Erzeugung besonders günstig.

Von den Geschlechtsfunktionen, welche von der Befruchtung unabhängig sind.

Es sind die Geschlechtsfunktionen in solche, welche von der Befruchtung unabhängig sind, und in solche, welche durch diese erzeugt werden, zu unterscheiden. Da alle diese Funktionen nicht während der ganzen Lebensdauer vorhanden, so müssen wir zunächst von der Zeit handeln, zu der dieselben auftreten.

Von der Geschlechtsreife.

Das Individuum ist nicht während der ganzen Dauer seines Daseins zeugungsfähig; es findet dieses erst bei vollständiger Entwicklung des geschlechtlichen Lebens statt, d. h. mit dem Alter der Pubertät. Nachdem die Pubertät eine kürzere oder längere Zeit angedauert, erlischt wiederum mit dem Alter der Dekrepidität die geschlechtliche Thätigkeit.

Die Fortpflanzungsfähigkeit zeigt sich um so früher, je rascher der Gang des Lebens, je einfacher und niedriger das Leben selbst erscheint. Bei den niedrigsten Pflanzen findet auch sofort Zeugung statt; Infusorien und Polypen pflanzen sich bald nach ihrer Entstehung fort; bei den Muscheln und Insekten findet in Folge der Trägheit des Lebens erst spät Zeugung statt; bei den meisten Insekten erfolgt die Zeugung erst spät und oft unmittelbar vor ihrem Tode. Die Fische, welche unter den Wirbelthieren am niedrigsten stehen, pflanzen sich frühzeitig fort, die Amphibien aber bei trägem Leben spät. Die meisten Vögel werden schon im ersten Jahre zeugungsfähig. Bei den Säugethieren ist der Eintritt der Pubertät an und für sich und im Verhältniss zur Lebensdauer sehr verschieden. Letzteres Verhältniss ist bei den Kaninchen wie 1 : 18, bei Wölfen, Füchsen, Dachsen wie 1 : 8—9, bei Hirschen wie 1 : 5—6. Meistentheils wird das Männchen später zeugungsfähig, als das Weibchen.

Bei dem Menschen tritt die Zeugungskraft im Weibe um das vierzehnte bis sechszehnte, im Manne um das sechszehnte bis achtzehnte Jahr ein. Die Verschiedenheit hängt von den verschiedenen Verhältnissen, die theils allgemein und klimatisch, theils individuell sind, ab. In Bezug auf den Eintritt der Pubertät bei dem Weibe gibt Busch Folgendes an. Die verschiedenen Menschenracen zeigen sich, je nachdem sie einer höheren oder niederen Entwicklung angehören, verschieden. Die Europäer entwickeln sich später, und selbst Neger, welche nach Europa gebracht werden, sind immer später mannbar, als der weisse Stamm. Ebenso erreichen die Völker des mongolischen Stammes und die Amerikaner früher ihre Reife. In wärmeren Gegenden tritt die Pubertät früher ein, als in kalten, auch die Gebirgsluft hält die frühe Entwicklung zurück.

Die Bewohner der grossen Städte werden früher mannbar, als die Landbewohner.

Die Erscheinungen der Pubertät sind theils örtliche, in den Geschlechtsorganen, theils allgemeine. Zu den ersteren gehört die vollständige Ausbildung der Genitalien selbst, die Entwickung der Schamhaare bei beiden Geschlechtern, die Zeichen des eintretenden Geschlechtstriebes, das stärkere Füllen des weiblichen Busens, das Auftreten der Menstruation bei den Mädchen, der reichlicheren Samenbildung und der Erektionen des Penis bei den Knaben. Die allgemeinen Erscheinungen zeigen sich in Form und Ausdruck des gesammden Körpers, in welchem der Geschlechtscharakter besonders hervortritt. Die Körperformen werden bei dem Manne kräftiger, bei dem Weibe voller und runder; der Gesichtsausdruck wird stärker, lebhafter, hauptsächlich treten Veränderungen in den Athmungs- und Stimmorganen auf. Die Spannkraft des Geistes wird erhöht und die geschlechtlichen Eigenthümlichkeiten bilden sich auch hier besonders aus.

In Bezug auf die Pubertätsverhältnisse ist noch zu bemerken, dass man mit Unrecht das Auftreten der ersten Menstruation als Zeichen der Geschlechtsreife angesehen hat. Das Weib ist erst dann als vollkommen reif zu betrachten, wenn alle Erscheinungen der Geschlechtsreife entwickelt sind. Es ist ferner die Zeit des Erscheinens der Zeugungskraft noch nicht die Zeit der vollständigen Zeugungsreife, vielmehr bedarf es noch einer weiteren Entwicklung, ehe dieselbe ihre volle normale Kraft erhält. Nach Burdach ist die wahre Zeugungsreife derjenige Zustand des Lebens, wo die Zeugungsfunktionen ohne Nachtheil für die leibliche und geistige Gesundheit des Individuums, und so vollzogen werden können, dass der Charakter der Gattung in den Erzeugnissen kräftig und vollkommen ausgeprägt wird; sie ist mit einem Worte der Zeitpunkt, wo bei vollkommener Selbsterhaltung die Gattung in gehörig ausgebildeten Individuen erhalten wird. Diese wahre Erzeugungsreife ist von der Pubertät verschieden, das Vermögen muss eine Zeit lang bestehen, ohne in Ausübung gebracht zu werden, damit es sich vollkommen ausbilde. Diese Ansicht wird durch statistische Angaben von Quetelet vollkommen bestätigt, nach welchen die Frauen am

häufigsten in dem Alter von 28 Jahren zuerst fruchtbar werden.

Die Thätigkeiten der Geschlechtsorgane in Bezug auf die Zeugung, welche wir hier zu betrachten haben, sind zunächst der Geschlechtstrieb, dann die die Befruchtung vorbereitenden Veränderungen in den Geschlechtsorganen, welche vor der Befruchtung selbst in den weiblichen sowohl, als in den männlichen Zeugungstheilen erfolgen; ferner die Befruchtung, welche entweder ohne Begattung oder durch diese erfolgt, und endlich die Erscheinungen nach der Befruchtung, die weitere Entwicklung des Eies bis zur Geburt, bei welcher der mütterliche Organismus, in so fern die Befruchtung nicht ausserhalb desselben erfolgt ist, wesentlich konkurrirt.

Vom Geschlechtstriebe.

Der Geschlechtstrieb treibt das Individuum an, die zur Fortpflanzung nothwendigen willkürlichen Thätigkeiten auszuführen, und da zu diesen vorzüglich die Begattung gehört, so ist er vorzüglich auch auf diese gerichtet; aber auch wo die Begattung fehlt, wird das Weibchen zur Entleerung der Eier, das Männchen zur Befruchtung durch denselben angetrieben; wir können zu ihm auch den Trieb zur Brütung und zur ersten Pflege des Gebornen, wo dieses noch von der Mutter eine Zeit lang abhängig bleibt, ansehen. Für diese Einheit der geschlechtlichen Empfindungen spricht der Umstand, dass, wenn der Geschlechtstrieb auch zunächst und am kräftigsten auf die Begattung gerichtet ist, er doch schon hierbei keinesweges auf die blosse Befriedigung durch die Begattung beschränkt ist, vielmehr ist er gleich anfangs wesentlich auf die Fortpflanzung bedacht. So äussert sich nach Burdach der Begattungstrieb zuvörderst als Liebe zur Nachkommenschaft, indem er die eierlegenden Thiere vor der Begattung bestimmt, ein solches Medium zu suchen, in welchem die zu erzeugende Nachkommenschaft sich entwickeln kann; so verlässt der Laubfrosch den Baum, die Kröte ihre Höhle und geht in ein stehendes Wasser; viele Fische gehen aus der See in die Flüsse, aus den Strömen in die Bäche, Vögel verlassen ihren Wohnort, die Weibchen vieler Vögel begatten sich nicht eher, als bis sie ein Nest zur Aufnahme und Brütung der Eier gebaut. Das Thier verschmäht die Begattung mit einem zur

Zeugung unfähigen Individuum; befruchtete Thiere begatten sich nicht mehr. Bei dem Menschen tritt die Liebe als wesentlich mit dem Geschlechtstriebe verbunden auf, die nicht nur in das geistige Leben des Menschen eingreift und die edelsten Kräfte des Geistes erweckt, vielmehr auch durch ihre Einwirkung auf alle Thätigkeiten bei der Erzeugung und Fortpflanzung sich auf das Erzeugte erstreckt.

Der Geschlechtstrieb ruft sowohl örtliche als allgemeine Erscheinungen hervor. Bei dem männlichen Geschlechte bestehen die örtlichen Erscheinungen in erhöhter Turgescenz der Geschlechtsorgane, der Hoden, Samenleiter und des Penis, und in dem starken Hervortreten dieser Organe. Mit dieser Turgescenz ist auch die Menge des Samens in den Hoden gesteigert. Die Turgescenz und die Erektion des Penis wird wesentlich durch vermehrten Blutandrang nach diesen Theilen und verminderten Rückfluss desselben bedingt; es erhellt dieses daraus, dass örtliche Blutentleerungen das Glied erschlaffen, während die Erektion künstlich an der Leiche durch Injektionen nachgebildet werden kann. Auch bei dem Weibe zeigen sich in allen Geschlechtsorganen bei erhöhtem Geschlechtstriebe Zeichen der Turgescenz, wobei Klitoris und Nymphen erigiren, erstere sich erhebt und letztere sich erweitern. Mit dieser Turgescenz zeigt sich zugleich die Reizbarkeit erhöht. Auch die allgemeinen Erscheinungen lassen vorzüglich eine gesteigerte Thätigkeit des Blutsystems und eine eigenthümliche Umstimmung des Nervensystems erkennen. Zu diesen Erscheinungen tritt die Begierde zur Vollführung der geschlechtlichen Funktionen.

Die Ursache und den Sitz des Geschlechtstriebes hat man in den Geschlechtstheilen selbst, und zwar bei dem Manne in den Hoden, bei dem Weibe in den Eierstöcken gesucht. Die Reizung in Folge der Samenüberfüllung des Hodens kann aber schon aus dem Grunde nicht als hinreichend angesehen werden, weil Kastraten den Geschlechtstrieb nicht nothwendig ganz verlieren, und auch bei Thieren, denen man die Hoden ausschnitt, z. B. bei Ochsen und Schöpsen, der Trieb zur Begattung nicht ganz erlosch. Ebenso kann bei dem Weibe, trotz der Ausrottung der Eierstöcke, der Geschlechtstrieb bestehen. Die für den Menschen unleugbar vorhandenen psychischen Erregungen des Geschlechtstriebes widerlegen eben-

falls die Annahme, dass die materiellen Veränderungen in den Geschlechtsorganen ausschliesslich primäre und ursächliche Verhältnisse desselben sind. Man hat andrerseits den Geschlechtstrieb in den Centraltheilen des Nervensystems, im Gehirn und Rückenmark oder in den Ganglienнerven lokalisirt. Bei der innigen Beziehung des Geschlechtstriebes zu den verschiedenen Theilen des Nervensystems lassen sich für jede Ansicht vielfache Belege geben, aber man war zu einer exklusiven Aufstellung derselben nicht berechtigt, und man kann aus allen diesen Betrachtungen nur zu dem Schlusse gelangen, dass der Geschlechtstrieb ein viel allgemeineres Gefühl darstellt, als man gewöhnlich annimmt. So wie einerseits die Samen- und Eibildung in den Geschlechtsorganen in ihrer vollständigen Entwicklung auf den Gesammtorganismus einwirkt, und die Erscheinungen der Geschlechtslust hervorruft, ebenso wirkt diese auch auf die Geschlechtsorgane zurück und erregt die Thätigkeit derselben; dies scheint namentlich für den Menschen zu gelten.

Einige direkte Versuche zur näheren Bestimmung dieses Gegenstandes wurden von Breschet, Günther u. A. angestellt. Thiere, bei welchen Breschet durch die Durchschneidung des Rückenmarkes den hinteren Theil des Körpers lähmte, wurden dennoch befruchtet und bildeten ihre Jungen aus, obgleich das Gefühl der Wollust fehlte. Bei einem feurigen Hengste hörte nach Günther jede Neigung zu rossigen Stuten auf, als die Ruthennerven durchschnitten wurden. Das Thier hatte die Empfindung und die willkürliche Bewegung des Penis verloren, der vordere Theil desselben und besonders die Eichel füllte sich jedoch mehr mit Blut, so dass der Penis zum Theil aus seinem Schlauche hervorfiel. Die letzteren Erscheinungen traten auch so sehr als möglich bei einem Wallachen, der auf gleiche Art operirt worden, hervor. Unterbindung der Ruthenschlagadern störte die Neigung zu Stuten nicht, allein sie hörte wiederum, da eine vollkommene Steifung unmöglich wurde, nach dem Culminationspunkte der Aufregung auf. Nach Valentin tritt das Verschwinden der Geschlechtslust nach der Trennung der Penisnerven bei Thieren in höherem Grade als bei der Kastration hervor, denn Wallachen können noch bei Aufregungen in krankhaftem Zustande eine theilweise Erektion bekommen, und sich, wie es scheint, durch Friktion des

Gliedes Wollustgefühle bereiten. Menschen, denen mehr als die Hälfte des Penis amputirt war, konnten noch von den heftigsten Wollustgefühlen heimgesucht werden. Valentin gibt als Resultat seiner Betrachtungen an, dass erst die aktive Kongestion, welche eine theilweise oder vollständige Steifung begleitet, die Nerven des Penis dergestalt stimmt, dass die Friktion der Eichel die höchste Wollustempfindung nebst ihren Nebenerscheinungen durch die Mitwirkung der Centraltheile des Nervensystems veranlasst. Wir halten jedoch die Frage, ob die Erscheinungen der Blutturgescenz oder die der Nervenreizung die primären sind, nicht für erledigt, wenngleich die allgemeine Ansicht, dass der Geschlechtstrieb eine von dem Nervensysteme wesentlich bedingte Erscheinung sei, nicht als feststehend betrachtet werden kann; der Antheil des Blutsystems zeigt sich lokal und allgemein, und materielle Turgescenz und Nervenreizung steigern sich sicher gegenseitig.

Was Art und Weise betrifft, in der die Steifung des Gliedes zu Stande kommt, so erfolgt nach Krause die Zurückhaltung des Blutes in den kavernösen Körpern wahrscheinlich durch die Musculi ischiocavernosi, welche die tiefen Venen, die aus den Corpora cavernosa hervorkommen, zusammendrücken, jedoch nach Müller auf die Vena dorsalis kaum einen Einfluss haben können.

Von der Brunst, der Menstruation und der von der Begattung unabhängigen Reifung des weiblichen Fruchtstoffes.

Bei den Thieren findet die Begattung und Befruchtung nicht während der ganzen Dauer der Pubertät statt, vielmehr sind die Geschlechtsvorgänge an bestimmte Perioden gebunden, zu welchen dann auch nur der Geschlechtstrieb auftritt, und es sind dieses die Brunstzeiten. Während der Brunst zeigen sich bei dem weiblichen Thiere in den Geschlechtsorganen die Zeichen der erhöhten Turgescenz, die nicht selten mit wirklichem Blutabgang verbunden ist; bei dem Männchen die Erscheinungen des erhöhten Geschlechtstriebes. Bei den Menschen zeigen die Geschlechtsverrichtungen kein solches periodisches Auftreten, können vielmehr zu jeder Zeit während des reifen Alters ausgeführt werden. Es gilt jedoch dieses unbedingt nur von den äusseren Erscheinungen der Brunst, die wesentlich mit dem Auftreten der Geschlechtslust

verbunden sind. Die genaueren Untersuchungen der Vorgänge im Innern der Geschlechtsorgane, die im letzten Jahrzehnd angestellt worden sind, haben es wiederum zweifelhaft erscheinen lassen, ob die Menstruation bei dem menschlichen Weibe nicht wesentlich mit der Brunst der Thiere identisch sei.

Wir haben oben die Entwicklung des Eies im Eierstock, bis zur Pubertätsreife des mütterlichen Organismus angegeben. Nur für die Amphibien, Fische und Vögel erkannte man eine weitere Entwicklung und Lösung der Eier vom Eierstocke, und selbst Entleerung aus dem mütterlichen Organismus, unabhängig von der Befruchtung, so dass hier der weibliche Organismus, ohne Einwirkung des männlichen, eine sehr ausgedehnte Thätigkeit in dem Zeugungsgeschäfte ausführt. Für die Säugethiere hielt man die weitere Entwicklung und Lösung der Eier vom Eierstocke durchaus von der Befruchtung abhängig. Bischoff zeigte jedoch, dass auch bei den Säugethieren, unabhängig von der Einwirkung des männlichen Samens, die Eier in den Ovarien einer periodischen Reifung unterliegen, dass zur Zeit der Brunst die reifen Eier von dem Eierstock sich lösen, ausgestossen, und wenn jetzt noch Begattung stattfindet, durch den männlichen Samen befruchtet werden, wo nicht, unentwickelt im Eileiter zu Grunde gehen. Er fand nämlich bei Thieren, Hunden und Kaninchen, denen er einen oder beide Eileiter oder Uteri exstirpirt hatte, zur Zeit der Brunst, zwar nach stattgehabter Begattung, aber auch auf derjenigen Seite, wo die Fortleitung des Samens zum Eierstocke gehindert war, ein oder mehrere Graafsche Bläschen angeschwollen, und in ihrem Innern Eier mit allen Erscheinungen der Reife zum Austritt; bei anderen waren die Follikel bereits geplatzt und die Eier ausgetreten, es zeigten sich frische Corpora lutea, die Austrittsöffnungen waren häufig schon geschlossen, die Eier im Eileiter entweder schon zu Grunde gegangen und aufgelöst, oder mit Spuren der begonnenen Entwicklung in der Rückbildung begriffen, der Discus proligerus war verschwunden und statt dessen eine geringe Schicht Eiweiss um die Zona gebildet, diese war etwas angeschwollen, der Dotter füllte sie nicht aus und zeigte deutlich Spuren der Resorption, er war unregelmässig, sehr blass, körnig und klein. Die ferneren Versuche Bischoffs wiesen

die gänzliche Unabhängigkeit der Reifung und Lösung der Eier von der Einwirkung des männlichen Samens noch entschiedener nach, indem er sie konstant bei brünstigen Thieren beobachtete, auch wenn gar keine Begattung stattgefunden hatte. Naumann fand bei der Sektion einer brünstigen Kuh die ganze innere Oberfläche der Gebärmutter, bis in die äussersten Enden der Hörner mit rothem Blute bedeckt, während sich zugleich ergossenes und geronnenes Blut in der Körperhöhlung des Tragsackes befand. Dieses Blut schien ausschliesslich aus den sogenannten Gebärmutterwärzchen auszuschwitzen, indem die Erhabenheiten, welche durch eine Vervielfältigung oder Anhäufung von Blutgefässen entstehen und sich an der Oberfläche dieses Theiles bemerkbar machten, bereits von der Grösse einer Erbse oder Bohne und zu 60 und mehr vorhanden waren. Sie dienen zur Anheftung des Mutterkuchens.

Die neueren Untersuchungen von R. Lee, Paterson, William Jones, Negrier, Gendrin, Raciborsky und Pouchet haben nun dargethan, dass bei der Menstruation des menschlichen Weibes der Eierstock in einen Zustand erhöhter Turgescenz geräth, ein Graafsches Bläschen bedeutend anschwillt, platzt und ein gelber Körper sich bildet. Gendrin fand in den Leichen von unberührten und während der Menstruation verstorbenen Frauenzimmern ein Graafsches Bläschen zerrissen, die Einrisse fluktuirten unter Wasser, das Bläschen war leer, seine Wände mit Blut geröthet, die entsprechende Tuba enthielt blutigen Schleim, besonders am gefranzten Ende, das in einem Falle noch das Ovarium umschloss, auch die innere Fläche des Uterus war mit blutigem Schleim überzogen. Argenti fand im Leichnam eines wenige Tage nach der Menstruation verstorbenen Frauenzimmers ein Graafsches Bläschen grösser als eine Erbse, mit Blut gefüllt, kreuzförmig eingerissen und den Einriss mit einem durchsichtigen Häutchen geschlossen; die Tuba, welche das Ovarium noch umschloss, enthielt blutigen Schleim, die entsprechende Seite der Uterinschleimhaut war geröthet. Bischoff hat vier hierher gehörende Beobachtungen gemacht, sämmtlich bei jungen kräftigen Personen, deren drei im Wasser ihren Tod gefunden, die vierte sehr schnell gestorben war. Er fand bei allen die unzweifelhaften Erscheinungen der Menstruation, und zugleich bei

dreien ein geplatztes und mit geronnenem Blute gefülltes, bei der vierten ein enorm angeschwollenes, gegen 4 Par. Linien im Durchmesser haltendes Graafsches Bläschen an dem Eierstocke. Ecker fand bei einer hingerichteten Person von 25 Jahren, bei welcher 12 Tage vor ihrem Tode die Menstruation vorhanden gewesen war, einen Graafschen Follikel geplatzt und mit einem frischen Blutkoagulum gefüllt, doch konnte er das ausgetretene Ei in der Tuba nicht finden.

Von Wichtigkeit sind ferner die Angaben über die Reihenfolge der Erscheinungen bei der Brunst und Menstruation. Bei Hündinnen schien nach Bischoffs Versuchen der Geschlechtstrieb zu Anfang der Brunst noch nicht gesteigert, bisweilen zeigte sich eine vorübergehende Traurigkeit und Mangel an Fresslust, die Vulva war angeschwollen und sonderte einen blutigen Schleim ab, dennoch gestatteten sie den nachsetzenden Hunden die Begattung nicht. Erst am vierten bis siebenten Tage pflegen sie sich belegen zu lassen. Alsdann sind die Eier in der Regel noch nicht ausgetreten. Bischoff fand in einem Falle sogar 2 Tage später die Follikel noch geschlossen, in einem andern dagegen am Tage der ersten Belegung und am siebenten der Brunst die Eier schon 2″ im Eileiter vorgerückt. Nach der ersten Belegung lassen sich Hündinnen in der Regel noch 7 bis 8 Tage belegen. Um diese Zeit sind die Eier bereits im unteren Drittheile des Eileiters angelangt, bis wohin sie noch befruchtungsfähig sind; denn hier beginnt, im Falle der Befruchtung, die Theilung des Dotters, und hier lösen, wenn jene verhindert ist, die Eier sich auf und gehen unmittelbar zu Grunde.

Die Zeitverhältnisse der Reifung und des Austrittes der Eier zu den übrigen Erscheinungen der Menstruation sind natürlich noch weniger aufgeklärt, als bei Thieren. Bischoff ist der Meinung, dass die Blutung anfange, während das Ei noch im Graafschen Bläschen enthalten sei, und dass der Austritt desselben erst gegen das Ende der Blutung erfolge. Die Befruchtung muss jedenfalls noch im Eileiter stattfinden, da hier wahrscheinlich schon die Entwicklung beginnt und das Ei des Kaninchens 3, das der Wiederkäuer 4 bis 5, das des Hundes 8 bis 10 Tage im Eileiter verweilt.

Diese Beobachtungen weisen nach, dass bei den Säugethieren während der Brunst, bei dem Weibe während der

Menstruation die Eier in den Ovarien, unabhängig von der Einwirkung des männlichen Samens und der Begattung, einer periodischen Reifung und Lösung und Ausstossung unterliegen, gleichwie dieses bei den übrigen Thieren stattfindet.

Nach den meisten neueren Physiologen sollen eben diese materiellen Erscheinungen die nächste Ursache der gesammten während der Brunst und der Menstruation sich darstellenden Veränderungen in den Geschlechtsorganen, sowie auch des Geschlechtstriebes sein, indem eben diese Reifung des Eies eine Turgescenz hervorruft, die wiederum zu Reflexerscheinungen Veranlassung gibt.

In Bezug auf die Erscheinungen bei dem Weibe während der Menstruation gibt Litzmann Folgendes an. In dem Gefolge der Reifung eines Eies entwickelt sich ein Kongestionszustand in den Ovarien, der sich am stärksten in dem Follikel, welcher das reife Ei enthält, ausprägt und zu einer Exsudation führt, durch welche der Follikel ausgedehnt wird und endlich platzt, so dass das reife Ei austritt. Es ist dieser Vorgang mit einer Nervenreizung und Schmerzgefühl in der Gegend der Ovarien verbunden, zugleich breitet sich auch die Kongestion aus, es richten sich die Fimbrien der Tuben auf und legen sich an den Eierstock an. Im Uterus bedingt die Hyperämie zunächst Exsudation ins Parenchym, dann besonders auf der Schleimhaut und endlich Ruptur der Kapillargefässe, so Austritt von Blutkörperchen. Theils als mechanische Folgen der Kongestion und Exsudation ins Parenchym und dadurch bedingter Volumenzunahme des Organes, theils in Folge des Reflexes auf die motorischen Nerven und Kontraktionen der Muskelfasern, tritt die Gebärmutter tiefer herab, nimmt eine geradere Stellung an, und der Muttermund wird rundlich. In der Vagina führt die Hyperämie gleichfalls zu einer Exsudation, sowohl in das Gewebe der Schleimhaut, als häufig auch auf die Oberfläche desselben, bisweilen selbst mit Ruptur der Kapillargefässe. Ebenso entsteht an den äusseren Geschlechtstheilen in Folge der Kongestion theils eine Ausschwitzung ins Parenchym derselben, theils eine vermehrte Sekretion ihrer Drüsen, namentlich ihrer Talgdrüsen.

Sehr häufig bleibt die Kongestion nicht auf die Generationsorgane beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf die

naheliegenden Organe, namentlich den unteren Theil des Rückenmarkes, daher Schmerzen im Kreuze und den Lenden und in den Schenkeln abwärts, Müdigkeit der unteren Extremitäten, Empfindlichkeit der entsprechenden Wirbel, seltner auch der Harnblase. Fast immer werden die Nerven der Brüste durch Reflex von den Ovarien aus gereizt, und zwar zunächst die sensiblen; es entsteht Hyperämie mit Exsudation ins Gewebe, vermehrte Pigmentablagerung, dunklere Färbung des Warzenhofes und Zusammenziehung des kontraktilen Zellgewebes, Erektion der Warze.

An diese nächsten Wirkungen schliessen sich nicht selten entferntere, mehr pathologische an. Es tritt eine Reihe nervöser Erscheinungen auf, bald in grösserer, bald in geringerer Ausbreitung, theils sympathischen, theils antagonistischen Ursprunges.

Mit dem Eintritt der Sekretion und Blutung im Uterus lässt sowohl die lokale Erregung in den Geschlechtsorganen, als die sympathische in den Centraltheilen des Nervensystems nach und das Gefühl von Wohlsein kehrt zurück.

Nach Bischoff's Untersuchungen scheint in der Regel das Ei zu Anfange der Blutung noch im Follikel enthalten zu sein, und erst gegen das Ende derselben der Austritt und die Aufnahme desselben in die Tuben zu erfolgen.

Es würde uns zu weit führen, die ganze Lehre von der Menstruation hier aufzuführen. Es ist einleuchtend, dass die angeführten Beobachtungen über die Reife der Eier die Lehre der Geschlechtsfunktionen in eine neue Phase führten und zu den wichtigsten Entdeckungen in diesem Gebiete gehören. In wie weit man aber berechtigt ist, alle übrigen Erscheinungen des Geschlechtslebens als lediglich sekundäre anzusehen, ohne eigene und selbstständige Bedeutsamkeit, muss noch unentschieden bleiben.

Es dürfte nicht zu übersehen sein, dass die erhöhte Turgescenz eine wesentliche Bedingung jener Reifung abgebe und durch die allgemein verbreitete Geschlechtsthätigkeit bedingt werde, wie dieses für den Geschlechtstrieb angegeben ist, dass ferner die Erscheinungen im Uterus brünstiger Thiere auf eine Vorbereitung dieses Organes zur Schwangerschaft hindeuten und so auch die Vorgänge im Uterus während der Menstruation als wesentliche anzusehen sein dürften; J. Müller

betrachtet sie auch als eine periodische Regeneration, eine Art von Mauserung der weiblichen Genitalien, und dass endlich in vielen Fällen jene Vorgänge in den Eierstöcken nicht aufgefunden wurden und selbst bei atrophischen Zuständen dieser Organe die Menstruation nicht ganz fehlte.

Auch bei dem männlichen Geschlecht soll man unter entsprechenden Verhältnissen eine periodische Reifung der Zeugungsstoffe, unabhängig von der Einwirkung des anderen Geschlechtes finden. Nach Wagner (*Lehrb. d. Physiol., S.* 22) lassen sich diese Vorgänge am deutlichsten bei den im Freien lebenden Vögeln beobachten. Bei ihnen sind im Winter die Hoden als ein Paar sehr kleine stecknadelknopf- oder hirsekorngrosse Körperchen zu bemerken, die Samengefässe sehr verkümmert, immer aber doch als verschlungene Kanälchen zu erkennen, und mit Epithelium überzogen. Allmälig gegen das Frühjahr und den Eintritt der Brunst schwellen die Hoden mehr und mehr an und erlangen das zwanzig- und dreissigfache Volumen und Gewicht von dem, was sie im Winter haben; die Samengefässe dehnen sich mehr aus und schimmern als dicke, mit blossen Augen sichtbare Schläuche durch die von Blut strotzende Kapsel der Hoden hindurch; in dem Sekrete entwickeln sich die Spermatozoen. Nach dem Aufhören der Brunst tritt wieder eine Rückbildung ein, die Hoden schrumpfen zusammen und werden kleiner, desgleichen die vasa deferentia; in dem Sekrete sieht man nur noch sparsame, verkümmerte Sparmatozoiden und Hemmungen auf früheren Entwicklungsstufen, zuletzt verschwinden sie ganz. Aehnlich gestaltet sich die Entwicklung bei den wild lebenden Säugethieren zur Brunstzeit, und bei den Hausthieren und dem Menschen um die Zeit der Pubertät. Bei diesem, wo bei den weiblichen Subjekten die Reifung und Ablösung der Eier, resp. Brunst und Menstruation, in kürzeren Zwischenräumen erfolgen, scheint alsdann die Bildung und Reifung des Samens bis ins höhere Alter kontinuirlich fortzugehen und eine ununterbrochene Zeugungsfähigkeit zu unterhalten.

Von den Geschlechtsfunktionen, welche durch die Befruchtung hervorgerufen werden.

Es bestehen diese in folgenden Momenten:

1) In der Befruchtung, d. h. der Einwirkung des männ-

lichen Samens auf das weibliche Ei, durch welche in demselben ein selbstständiger Lebenstrieb entwickelt wird;

2) in der Einsaat, der Lagerung des weiblichen Eies nach dem Orte, wo es sich entwickeln kann;

3) in der Brütung, der Entwicklung des Eies und der Frucht;

4) in der Enthüllung, dem Hervortreten der Frucht aus den Fruchthüllen;

5) in der Geburt, der Trennung des neuen Individuums vom mütterlichen Körper.

Die Modalitäten in diesen verschiedenen Momenten, die sich in der angeführten Reihenfolge nur bei den Säugethieren darstellen, sind sehr mannichfaltig.

Von der Befruchtung und Begattung.

Die Befruchtung erfolgt entweder innerhalb des weiblichen Organismus vor der Geburt des Eies, oder ausserhalb desselben. In dem ersten Falle wird der Same in den mütterlichen Organismus aufgenommen, und es geschieht dieses wiederum unter zwei wesentlich verschiedenen Formen, nämlich mit oder ohne Begattung. Fehlt bei der inneren Befruchtung die Begattung, so wird der männliche Same, der von dem Männchen nicht direkt zum Weibe übertragen wird, durch äussere Verhältnisse zum weiblichen Körper geführt und von diesem aufgenommen. Es findet dieses bei den lebendig gebärenden Knochenfischen, bei den Urodelen, zum Theil auch bei Anuren statt. Wird der Same durch Begattung dem Weibe übertragen, so geschieht dieses entweder in der Weise, dass bei der Vereinigung des Männchens und Weibchens der männliche Same an die Oberfläche des Männchens tritt und hier von dem Weibchen aufgenommen und nach innen geleitet wird, oder das männliche Zeugungsglied dringt in die weiblichen Geschlechtsorgane ein und der Same wird auf diese Weise direkt in dieselben hineingeführt. Die erstere Form findet sich unter den Hermaphroditen bei den Bandwürmern, unter den individuell geschlechtlichen Thieren bei den Arachniden, unter den Insekten bei den Myriapoden, und bei den meisten Vögeln; die zweite Form bei den hermaphroditischen Entozoen, Anneliden und Mollusken, mit getrennten Geschlechtern oder unter den Entozoen bei den Nematoiden, bei den meisten Insekten, bei den Crustaceen, bei Schildkröten, Ei-

dechsen und Schlangen, bei einigen Vögeln, der Gans, der Ente, dem Strausse und bei allen Säugethieren.

Da wo die Befruchtung ausserhalb des mütterlichen Organismus erfolgt, werden die Eier durch dessen alleinige Thätigkeit geboren und dann nach der Geburt von dem Samen des Männchens befruchtet. Es ist dieses die niedrigste Form und findet sich unter den Entozoen bei den Hakenwürmern, unter den Mollusken bei Cephalopoden, bei den meisten Fischen und bei den Fröschen und Kröten. Die Beziehungen der beiden Geschlechter bei dieser Art der Zeugung zeigen verschiedene Abstufungen; bei manchen Fischen, z. B. Gadus aeglesinus, sind die Weibchen in ganzen Schaaren beisammen und legen ihre Eier, und erst dann kommen die Männchen einzeln an und befruchten, so dass also die Geschlechter sich einander gar nicht näher kommen; bei den meisten Knochenfischen folgt das Männchen dem Weibchen und befruchtet die Eier, sowie sie aus dem Eiergange hervortreten; bei den Anuren befördert sogar das Männchen durch willkürliche Bewegung die Ausleerung der Eier; bei den Cephalopoden bleibt nach der Befruchtung das Männchen bei dem Weibchen und dieses bei den Eiern.

Bei denjenigen Thieren, bei denen eine äussere Begattung stattfindet, schliessen sich die beiderseitigen Mündungen der Geschlechtstheile an einander und werden an einander gerieben. Da wo die Begattung durch Einführung des männlichen Zeugungsgliedes in die weiblichen Geschlechtstheile erfolgt, wird die Einführung bei mehreren Insekten durch besondere Vorrichtungen erleichtert, z. B. beim Nashornkäfer und beim Krebse durch eine hörnerne Scheide, welche das Zeugungsglied umschliesst und zangenförmig sich öffnet. Die Caraboideen haben Haken, als bewegliche, palpenförmige Anhänge; bei Oniscus aquaticus sind zwei gegliederte, fleischige, mit dünnen knorpelartigen Platten bedeckte Körper unter den Zeugungsgliedern. Bei der gegenseitigen hermaphroditischen Begattung schlagen sich die Zeugungsglieder beider Individuen an ihren Wurzeln um einander und die Spitzen werden in die Eileiter aufgenommen. Bei Echinorhynchus gigas hat das Ende des Samenleiters die Form einer Glocke, in welche das hintere Ende des weiblichen Körpers fest eingepasst wird.

Bei den höheren Thieren, bei den Säugethieren und dem

Menschen erscheint bei der Begattung der Mann vorwaltend aktiv, und es setzt sich dieselbe bei ihm aus zwei physiologischen Momenten, der Erektion und Ejakulation zusammen. Die Erektion entsteht durch Anhäufung des Blutes in den corporibus cavernosis penis, die theils durch einen Reflex von den gereizten sensiblen Nerven auf die Gefässnerven, theils nach Krause durch die Kompression der austretenden Venen durch die Mm. ischiocavernosi und zum Theil auch bulbocavernosi hervorgebracht wird. Das zweite Moment, die Ejakulation, ist eine Reflexbewegung und beruht theils auf der anhaltenden Kontraktion der Samenbläschen, theils auf den stossweisen Zusammenziehungen des Stratum musculare circulare urethrae, des M. urethralis transversalis und der Mm. bulbocavernosi, wodurch der Same, sobald er in den hinteren Theil der Harnröhre ergossen ist, in einem Strahle ausgespritzt wird. Hierzu gesellt sich die Aktion der Muskeln, die vom Becken zu den Lenden, der Brust und den Schenkeln gehen, welche in einer der gewöhnlichen entgegengesetzten Richtung wirken und das Becken, welches jetzt der bewegliche Theil geworden, abwechselnd vorstossen.

Bei dem Weibe entsteht das Gefühl der Wollust vorzugsweise durch die sensiblen Nerven der inneren Schamlippenfläche und der Klitoris. Die Klitoris schwillt in Folge der Reibung stärker an, obwohl sie nach Müller einer eigentlichen Erektion nicht fähig ist. Die Scheide legt sich eng um den eindringenden Penis herum, theils durch Turgescenz ihrer Falten, theils durch eine Reflexkontraktion ihres Sphinkters. In Folge der Kongestion entsteht eine stärkere Absonderung in den Talgdrüsen der Nymphen, in den Schleimdrüsen der Scheide und des Vorhofes, besonders aber in den Bartholinischen Drüsen, wodurch die Scheide schlüpfriger wird; auf dem Gipfel der geschlechtlichen Erregung soll bisweilen selbst ein plötzliches Ausströmen stattfinden, was zu der irrigen Annahme eines weiblichen Samenergusses Veranlassung gegeben hat. Auch in den innern Genitalien entsteht durch Reflex ein Zustand erhöhter Turgescenz. Bond fand bei einem jungen Weibe, das die Nacht mit einem Manne zugebracht und sich noch vor dem Morgen mit Opium getödtet hatte, die innere Fläche des Uterus an den Stellen, wo der Same haftete, lebhaft geröthet, überhaupt das ganze Organ gefässreicher und

grösser, als im normalen Zustande, die Tuben mit Blut überfüllt und stark gewunden, die Ovarien turgescirend und dem Uterus näher gerückt. Wahrscheinlich ist es, dass die gesteigerte Erregung in den sensiblen Nerven durch Reflex eine Kontraktion in dem Uterus hervorruft, in Folge deren dieser sich gerader stellt, tiefer ins Becken herabtritt, der Muttermund, indem er den Penis berührt, sich öffnet, und so der Same theils direkt in die Uterinhöhle gespritzt, theils durch eine saugende Thätigkeit, die der Muttermund auf die Eichel ausübt, eingezogen wird. Diese saugende Thätigkeit war schon den älteren Physiologen Valisneri, Dionis und Haller bekannt, auch Günther hat es neuerdings sehr wahrscheinlich gemacht, dass bei dem Pferde, und auch wohl bei anderen Thieren, der Uterus eine saugende Wirkung auf den Samen, sowohl in dem Momente der Ejakulation als auch später, ausübe. Damit stimmt überein, dass Bischoff in der Regel bei Hunden und Kaninchen nach der Begattung in der Scheide nur wenige oder gar keine Spermatozoiden, dagegen den Uterus immer ganz voll von ihnen fand.

Die Umfassung der Ovarien durch die Tuben, das Platzen der Follikel u. s. w. wurden früher ebenfalls als Wirkungen des Begattungsaktes angesehen. Bischoff hat jedoch die völlige Selbstständigkeit und Unabhängigkeit dieser Vorgänge von der Begattung dargethan, und es ist mehr als zweifelhaft, ob in den Fällen, wo die Begattung nicht mit der Brunst oder Menstruation zusammenfällt, analoge Veränderungen stattfinden können. Mit einer blossen Kongestion, ohne Reifung der Eier, ist es nach Litzmann sicher nicht gethan. Einige wollen bei der Begattung auch einen Reflex auf die Brüste wahrgenommen haben.

Was die Befruchtung selbst betrifft, so hat sie zu vielfachen physiologischen Streitigkeiten Veranlassung gegeben. Es entstand zunächst die Frage, ob der Same mit dem Eie behufs der Befruchtung auch da, wo diese innerhalb des mütterlichen Organismus erfolgt, in direkte Berührung treten müsse oder ob eine indirekte Einwirkung hinreichend sei. In den früheren Zeiten ist man vielfach der letzteren Ansicht beigetreten; so behaupteten Caspar Bartholin, Perrault und Sturm, der Same gehe in das Blut, welche Lehre in der neueren Zeit besonders durch Grasmeyer ausgeführt wurde.

Nach ihm soll der flüchtige und wesentliche Theil des Samens von den Saugadern des hierzu allein geeigneten Fruchtganges aufgesogen und der Säftemasse beigemischt werden, und gleich einem Ansteckungsstoffe bei vorhandener Prädisposition seine Wirksamkeit entwickeln, und zwar theils einen fieberhaften Zustand erregen, theils nach den Gesetzen der spezifischen Verwandtschaft durch die Arteria spermatica zum Eierstocke gehen. Nach Schneegas entbindet sich aus der Vermischung des Samens und des Fruchthälterschleimes eine Aura seminalis, welche durch die Fruchtleiter aufsteigt und nach Kuhlemann zum Eierstocke dringt.

Die neueren genaueren Untersuchungen haben jedoch diese Annahmen als falsch erwiesen und dargethan, dass der Same auf das Ei direkt einwirken müsse. Haigthon wies nach, dass durch die Unterbindung einer Tuba auf einer Seite die Befruchtung durch Begattung auf dieser Seite nicht erfolgte, während Spallanzani und Rossi durch den mittelst einer Spritze in die Genitalien einer Hündin eingeführten Samen eines Hundes künstlich die Befruchtung erzielten. Die künstlichen Befruchtungen der niederen Thiere erfolgten immer nur, wenn der Same unmittelbar auf das Ei einwirkte. Bei den Untersuchungen nach erfolgtem Coitus fand schon Leeuwenhoek die Samenthierchen vielfach im Uterus; Prevost und Dumas fanden sie 24 Stunden nach der Begattung im Uterus der Thiere und nach 3 bis 4 Tagen in den Tuben. Bischoff fand die Samenthierchen bei einer Hündin, welche 19 Stunden und dann eine halbe Stunde vor der Sektion zum zweiten Male belegt war, auf und zwischen den Fimbrien. Ebenso in einem zweiten Falle 48 Stunden nach der Begattung nicht bloss im Uterus und in den Tuben, sondern auch im Eierstocke selbst.

Was die Zeit und den Ort, an welchem die Befruchtung erfolgt, betrifft, so ist da, wo die Geburt der Befruchtung vorangeht, immer die vollständige Reifung und Lösung des Eies dargethan. Bei den Säugethieren und überhaupt bei denjenigen Thieren, bei welchen der männliche Same bei der Begattung unmittelbar in die weiblichen Geschlechtsorgane ergossen wird, und also auch hier die Befruchtung erfolgt, ist es nicht mit Sicherheit zu entscheiden, an welchem Orte und unter welchen Verhältnissen dieselbe erfolge.

Die oben angeführten Beobachtungen über die Vorgänge

bei der Brunst und der Menstruation zeigen, dass vor der Befruchtung das Eichen reifen und sich lösen könne; es ist aber dieses keine nothwendige Bedingung, vielmehr ist bei den Säugethieren die Befruchtung der Eier, während sie noch in den Graafschen Bläschen enthalten sind, eine erwiesene Thatsache. Die älteren Beobachter, wie Leeuwenhoek und Haller, hatten den Samen nur bis in den Uterus verfolgt, Prevost und Dumas fanden zuerst bei Hunden die Spermatozoiden nach der Begattung im Uterus und in den Tuben, und Bischoff bei einer Hündin 20 Stunden nach der ersten Begattung im Uterus, in den Tuben, zwischen den Fimbrien und auf dem Eierstocke selbst, wo sie sich lebhaft bewegten. Aehnliche Beobachtungen wurden von ihm später auch bei Kaninchen gemacht, ebenso von Wagner, der die Spermatozoiden 48 Stunden nach der Begattung im Uterus, in den Tuben und zwischen den Fimbrien fand, und von Barry, der sie, wie Bischoff, schon 9 bis 10 Stunden nach der Begattung auf dem Eierstocke sah. Bei dem Menschen ist der direkte Beweis für die Befruchtung der Eier am Eierstocke durch Auffindung der Spermatozoiden daselbst noch nicht geliefert, doch sprechen die nicht selten beobachteten Eierstocks- und Bauchhöhlenschwangerschaften entschieden für die Möglichkeit einer solchen Befruchtung am Eierstocke.

Nach älteren Physiologen erfolgt die Befruchtung im Moment der Samenergiessung, wobei das Eichen durch die mittelbare Einwirkung des Samens im Momente der Begattung lebendig werden und dem Samen gleichsam entgegengehen solle. Diese Ansicht musste besonders von Denen vertheidigt werden, welche das Eindringen des Samens bis zum Eierstocke nicht erkannten, und die Reifung und Lösung des Eies während der Brunst und Menstruation noch nicht beobachtet hatten. Die neueren Beobachtungen in diesen Beziehungen berechtigen dazu, als Moment der Befruchtung die Vermischung des männlichen Samens mit dem weiblichen Fruchtstoffe anzusehen. Es ist aber bei den Säugethieren ebenso wie in dem Ort so auch in der Zeit der Befruchtung ein Spielraum gelassen, der einerseits durch die Stelle bestimmt wird, an welcher sich das Ei bei der Begattung befindet, andrerseits durch die Verhältnisse, von welchen das Eindringen des männlichen Samens abhängt.

Die Unmöglichkeit, dass der Same bei den Säugethieren während der Begattung direkt in die inneren Geschlechtstheile, den Uterus, die Eileiter und zu den Eierstöcken eingespritzt werde, muss einleuchten. Ebenso wenig sind leitende Kräfte vorhanden, welche eine sofortige Leitung des Samens bewirken könnten. Burdach, welcher die hierher gehörenden Beobachtungen zusammenstellt, gelangt zu dem Resultate, dass so viel gewiss zu sein scheint, dass der Same in den Fruchthalter kommen kann, nicht aber dieses Eindringen, sondern nur das Antreffen des Samens an den in den Fruchtgang hineinragenden untern Theil des Fruchthalters, die unerlässliche Bedingung der Befruchtung ist. Es lässt sich denken, dass wie bei äusserer Begattung das elementarische Wasser und der organische Schleim die Leiter der Befruchtung sind, eine gleiche Leitung im gewöhnlichen Falle durch den aus dem Halse des Fruchthalters gleichzeitig mit dem Samen sich ergiessenden Schleim, in ungewöhnlichen Fällen aber auch durch die Substanz des zu höherer Lebendigkeit aufgeregten Fruchthälters vermittelt werden kann. Bei dieser Ansicht kann man dann die Befruchtung bei manchen niederen Thieren erklären, z. B. beim Regenwurme, wo bei der Begattung die männliche Oeffnung des einen Individuums, aus welcher der Same tritt, von der Mündung der Eileiter des andern Individuums weit entfernt ist, aber ein weisser, brausender, schaumiger Schleim, an der aufgeschwollenen Haut sich verbreitet, und als Leiter des Samens dienen kann.

Müller nimmt zwar an, dass der Same während der Begattung in den Uterus gelange, indem im Momente, wo sich das Ende der Ruthe und das Orificium uteri berühren, sie fast einen zusammenhängenden Leitungsapparat bilden, dessen Continuität zwar durch die Begattungsbewegungen unterbrochen wird, allein das die Scheide im steifen Zustande ausfüllende Membrum wirkt auch bei dem wiederholten Vordringen in den Grund derselben, wie der Stempel eines Spritzwerkes, und treibt den im Grunde der Scheide bereits ergossenen Samen in das Orificium uteri ein, welches, so lange die Ruthe ihre Steifigkeit behält, der einzige Ausweg ist. Es lässt sich diese rein mechanische Ansicht jedoch nicht vertheidigen, und es ist schon oben angegeben, dass der Uterus mehr eine saugende Thätigkeit ausübt; immer bleibt aber auch hier der Same noch

in dem Fruchthalter, und sein weiteres Vordringen zu den Tuben u. s. w. bleibt späteren Vorgängen vorbehalten.

Wenn nach den neueren Beobachtungen die Vermischung des Samens mit dem Ei vollständig stattfindet, und zwar entweder in den Eileitern oder am Eierstocke, so muss derselbe in diese Theile vordringen, und man hat als Ursache hiervon zum Theil die Bewegung der Spermatozoen selbst anzusehen. Die Wimperbewegung in den Tuben kann nicht in Anschlag kommen, da sie in entgegengesetzter Richtung wirkt. Dagegen fand Bischoff bei lebenden und eben getödteten Hunden nach der Begattung in den Tuben eine lebhafte nicht sowohl peristaltische Bewegung, d. h. eine stellenweise successive Verengerung und Erweiterung, als vielmehr eine rasch fortschreitende Verengerung in der Richtung von der Scheide gegen den Eierstock, und sieht in ihr das Hauptmittel für die Beförderung des Samens. Nach Litzmann darf aber auch die Bewegung der Spermatozoiden keinenfalls gering angeschlagen werden, sie ist vielmehr jedenfalls nöthig, damit sie die Tuben erreichen, und daher besonders für diejenigen Fälle wichtig, wo der Same bei der Begattung nur unvollkommen in den Uterus gelangte und dennoch Befruchtung eintrat, wie bei der Begattung mit Hypo- und Epispadiäen, ohne vollständige Immission des Penis, mit unverletztem Hymen u. s. w. Die Zeit, in welcher die Samenthierchen bis zum Eierstocke gelangen, ist grossen, zum Theil zufälligen Schwankungen unterworfen; die Eier sind aber auch bei den Säugethieren, wie beim Menschen, noch in den Tuben befruchtungsfähig, bis zu dem Punkte hin, wo ihre weitere Entwicklung zu beginnen pflegt. Dadurch ist ein gewisser Spielraum für die Befruchtung gegeben, und je nach dem Stadium, in welchem sich die Eier zur Zeit der Begattung befanden, und der Schnelligkeit, mit welcher die Spermatozoiden ihren Weg zurücklegen, wird die Befruchtung bald schon im Eierstocke, bald schon in den Tuben vor sich gehen.

Das Wesen der Befruchtung ist gänzlich unbekannt. Litzmann stellt folgende Angaben zusammen. Einige suchen das wirksame Prinzip in der Flüssigkeit des Samens, Andere in den Spermatozoiden. Eine Aufnahme der Flüssigkeit durch die Wandungen der Graafschen Bläschen und des Eichens ist denkbar. Jedenfalls aber muss den Spermatozoiden ein wesentlicher Antheil an der Befruchtung zuerkannt werden. Dafür

spricht schon ihre ausserordentliche Menge im Verhältniss zur Flüssigkeit, ferner ihre allgemeine Verbreitung im Thierreiche, mit einigen Ausnahmen, die wahrscheinlich auf unvollkommener Beobachtung beruhen, ihre Entstehung zur Zeit der Pubertät oder der jedesmaligen Brunst und ihre Rückbildung nach derselben, ihr Mangel oder ihre Verkümmerung bei den unfruchtbaren Bastarden, und endlich die Versuche von Prévost, nach denen vom filtrirten Froschsamen nur der auf dem Filtrum zurückgebliebene Theil befruchtete. Die Aelteren, z. B. Prévost und Dumas, nahmen an, dass die Spermatozoiden in das Ei vordringen und dort die Grundlage für den Embryo oder dessen Nervensystem abgeben. Indessen fehlt es dieser Annahme an jeder thatsächlichen Stütze, da man niemals Spermatozoiden in dem Eie wirklich gesehen hat, und auch, wie Bischoff mit Recht bemerkt, selbst die vorhandenen wegen ihrer Kleinheit in der Masse der Zellen nicht würde entdecken können. Nur in der Eiweissschicht befruchteter Fischeier hat Wagner abgestorbene Spermatozoiden beobachtet. Mayer glaubt, dass die Spermatozoiden nur zur Uebertragung des befruchtenden Theiles der Samenflüssigkeit auf das Ei bestimmt seien, mithin hier dieselbe Rolle, wie die Insekten bei manchen Pflanzen spielen. Doch spricht dagegen ihr Vorkommen auch bei den Thieren, bei welchen eine äusserliche Befruchtung statt hat, wo es mithin einer solchen Uebertragung nicht bedarf. Annehmbarer erscheint die Hypothese von Valentin. Nach ihm ist der Same eine chemisch so empfindliche Substanz, dass sie nur, so lange sie sich in Bewegung befindet, ihre zur Befruchtung nöthige Mischung erhalten kann. Zu diesem Ende befänden sich in ihr jene beweglichen Elemente, von deren Vorhandensein und Bewegung daher die befruchtende Eigenschaft des Samens abhängt. Wahrscheinlich ist es, dass mit dem Tode der Spermatozoiden, mit dem Aufhören ihrer Bewegung die befruchtende Kraft des Samens erlischt. Im normalen Zustande hat man sie bei Säugethieren noch Tage lang im Schleim des Uterus und der Tuben sich bewegend gefunden, durch verdünnte Säuren, besonders aber Alkalien, werden sie getödtet, und so wird nach Donné der alkalische Schleim, der bei Kongestions- und Irritationszuständen in den weiblichen Genitalien statt des normalen schwach sauren Sekretes abgesondert wird, die Ursache ihres schnellen Todes und der Grund mancher

Unfruchtbarkeit. Die häufige Unfruchtbarkeit bei Tubal- und Uterinalkatarrhen kann aber auch zum Theil mechanisch hervorgebracht werden, indem durch die Wulstung der Schleimhaut der Muttermund oder das Ostium uterinum der Tuben verengt oder verschlossen wird.

Wir reihen hier noch einige Bemerkungen über die bei der Befruchtung in Betracht kommenden mehr äusseren Verhältnisse an.

Die Quantität des Samens, welche zur Befruchtung nothwendig ist, wird als sehr gering angegeben. 2 Gran Same von einer Kröte befruchtete 113 Eier; es reichte aber auch $1/_{2,994,687,500}$ eines Granes, oder Same von dem Volumen $1/_{3,003,120,420}$ einer Kubiklinie hin, ein Ei zu befruchten. Der Ueberfluss des Samens bewirkte weder eine vollkommnere noch eine schnellere Entwicklung, denn die Eier von Fröschen entwickelten sich ebenso, sie mochten ganz in Samen eingetaucht oder nur an einem Theile ihrer Oberfläche damit in Berührung gebracht werden. Ebenso ist die Zeit, während welcher der Same mit dem Eie in Berührung bleibt, gleichgültig. Eier, welche Spallanzani nur eine Sekunde lang in Samen getaucht und dann sogleich in reines Wasser gelegt hatte, entwickelten sich eben so schnell und vollkommen, als die, welche lange Zeit in Samen gelegen hatten. Die Menge des Samens steht übrigens in keiner Beziehung zu dem Umfange der Befruchtung. Pferde, Hirsche, Böcke und Widder haben viel Samen und zeugen doch nur ein Junges, während die Katzen verhältnissmässig sehr wenig Samen haben und doch mehr Junge zeugen. Auch die Dauer der Begattung steht in keinem Verhältniss zur Zahl der Jungen.

Ueber anderweitige äussere Einflüsse auf die Fruchtbarkeit der Menschen lassen wir hier die Angaben von Busch (*Geschlechtsleben des Weibes, Bd.* 1) folgen. Reichliche Nahrung, Erleichterung des Lebensunterhaltes befördert die Fruchtbarkeit, welche in armen Gegenden und bei ungünstigen Verhältnissen eines Landes abnimmt. Das Klima, welches zwar auf einzelne Konstitutionen verschieden wirkt, übt im Allgemeinen folgenden Einfluss aus. Im äussersten Norden unter dem 70. bis 80. Grad Breite ist die Fruchtbarkeit gering; in der gemässigten Zone ist im nördlichen Theile bei 50 bis 70° Breite die Fruchtbarkeit grösser, als im südlichen unter 40 bis 50°.

Weiter gegen Süden, vorzüglich im nördlichen Theile der heissen Zone unter 10 bis 40° Breite, soll die Fruchtbarkeit wieder zunehmen. Weniger bestimmt wirkt das Klima auf einzelne Individuen; nach Larrey wurden mehrere Frauen, die in Europa unfruchtbar blieben, in Aegypten schwanger, doch kann auch leicht ein umgekehrtes Verhältniss stattfinden, was jedenfalls vom Temperament des Individuum abhängt.

Der Einfluss der Jahreszeiten auf die Fruchtbarkeit ist besonders von Villermé untersucht; die Monate nach der Zahl der Geburten ordnen sich nach diesem in folgender Reihe: Februar, März, Januar, April, November, September. Die grössere Zahl der Befruchtungen fanden daher im Mai, Juni, April, Juli, Februar und März statt. Nach Abbé Gaillard ist in den Frühlings- und Sommermonaten die Fruchtbarkeit in der unehelichen Vermischung noch viel bedeutender als in der Ehe. Am geringsten ist die Fruchtbarkeit im Herbste und zwar im Monate Oktober. Nur nach nassem und kaltem Sommer kommen die wenigsten Geburten nicht auf Oktober, sondern auf November und Dezember. Uebrigens zeigen sich in diesen Beziehungen die einzelnen Länder verschieden. Burdach theilt folgende Tabelle für 100,000 Befruchtungen mit.

	Schweden		Paris		Florenz	Würtemberg
	1750—1763	1775—1795	1670—1788	1817—1823	1751—1774	
März—Mai	25,783	25,998	25,942	24,885	20,816	25,900
Juni—August	25,335	25,486	25,675	25,601	25,629	25,100
Sept.—Nov.	22,470	22,418	28,786	24,256	22,045	23.083
Dec.—Febr.	26,410	20,098	24,615	24,258	25,510	25,816.

Hiernach kam überall, mit Ausnahme von Schweden, das Maximum im Frühlinge, das Minimum im Herbste vor, und soll in Schweden die Abweichung durch die in der Regel im Herbste geschlossenen Ehen begründet sein.

Eine grosse Verschiedenheit zeigt sich auch nach den Jahren, indem in vielen die Fruchtbarkeit sehr gesteigert erscheint, so im Jahre 1784, 1789, 1800, 1804, 1810, 1812; einen bestimmten Grund hierfür kann man nicht anführen, nur so viel lehrt die Erfahrung, dass nach grossen Epidemien, bedeutender Sterblichkeit, Krieg u. dergl. die Fruchtbarkeit sich vermehrt, nachdem sie während solcher Kalamitäten sich sehr vermindert zeigte.

Die Häufigkeit der Begattung steht mit der Fruchtbarkeit nur in einem sehr bedingten Verhältnisse; ein mässiger Ge-

nuss des Beischlafes erscheint am günstigsten, ein zu häufiger ungünstiger als ein seltener. Bei der arbeitenden Klasse ist die Fruchtbarkeit grösser, als bei der reichen Klasse. Der Einfluss der Kultur wird von Burdach als günstig angegeben.

Auch nach individuellen Verhältnissen zeigt sich die Fruchtbarkeit verschieden. Weiber mit phlegmatischem Temperamente und geringem Geschlechtstriebe scheinen im Sommer leichter zu konzipiren, während feurige Frauen im Winter fruchtbarer sind. Gemüthszustände steigern oder heben die Fruchtbarkeit auf, je nachdem sie freudiger oder deprinirender Natur sind. Oft ist in einzelnen Familien die Fruchtbarkeit sehr gross.

Die Zahl der durch einen Zeugungsakt befruchteten Eier ist bei den einzelnen Thiergattungen sehr verschieden. Bei den Wirbellosen und Fischen wird durch jeden Zeugungsakt eine grosse Menge von Eiern befruchtet; ebenso ist auch unter den Amphibien bei den Batrachiern die Zahl sehr gross. Bei allen Vögeln werden mehrere Eier befruchtet. Bei den Säugethieren wird oft nur ein Junges, in anderen Fällen werden jedoch 6 Junge und darüber geboren. Bei dem Menschen ist die einfache Geburt normal, indem ungefähr auf 80 Geburten eine Zwillingsgeburt, auf 6—7000 Geburten eine Drillings-, und auf 20—50,000 eine Vierlingsgeburt kommt. Bei den mehrfachen Geburten findet entweder die Befruchtung beider Eier in einem Eierstocke oder in beiden Eierstöcken statt. Bisweilen enthält auch ein Graafsches Bläschen 2 Eier.

Die Frage, ob die mehrfachen Früchte durch verschiedene Begattungsakte erzeugt werden, muss wohl dahin beantwortet werden, dass in der Regel eine Begattung die mehrfache Befruchtung veranlasse. Jedoch kann auch das umgekehrte Verhältniss eintreten und nach einer Befruchtung noch eine befruchtende Begattung vorkommen. Dieses ist nach Burdach offenbar da möglich, wo ein doppelter Fruchthälter vorhanden, ist aber auch bei anderen Thieren und selbst bei Menschen beobachtet worden, was durch die Begattung mit Männchen verschiedener Racen erwiesen ist. Hier muss aber die zweite Befruchtung vor dem Eintritt des bei der ersten Begattung befruchteten Eichens in den Uterus und der Bildung der Decidua erfolgen, und ist als Ueberfruchtung, Superfoecundation, bezeichnet worden. Später ist sowohl mechanisch die Leitung des Samens gehindert, als auch während der

Schwangerschaft die Reifung und Lösung der Eichen aufgehoben ist. Es ist daher die sogenannte Ueberschwängerung, superfoetatio, bei einfachem Uterus als unmöglich anzusehen, und die hierfür angeführten Fälle müssen als Zwillingsschwangerschaften angesehen werden, bei denen der eine Fötus frühzeitig abgestorben war und sich unversehrt im Uterus bis zur Geburt des anderen Fötus erhalten hatte.

Wir haben in dem Vorhergehenden die Verhältnisse bei der Befruchtung dargelegt. Diese besteht wesentlich in der Vermischung des männlichen Samens und weiblichen Fruchtstoffes. Die Frucht, das Erzeugniss dieser Vermischung, ist aber weder im Samen noch in dem weiblichen Eichen nachgewiesen. Die Ansicht, dass die Miniatur der vollendeten Gestalt eines organischen Wesens sich in dem Eichen vorfinde, ist widerlegt, und es muss daher als feststehend angenommen werden, dass die Zeugung erst nach der Befruchtung erfolge, denn auch die Ansicht, dass der Same den männlichen Keim enthalte, wie Darwin, Prévost und Dumas annahmen, kann nicht haltbar erscheinen. Es entsteht somit die Frage, welchen Antheil der Mann und das Weib an der Zeugung haben. Wir finden hier die verschiedensten Hypothesen aufgestellt. Nach Walther ist der Mann das Erschaffende, wahrhaft Zeugende, das Weib das Empfangende, Negative, indem der Mann sich selbst im Weibe erschafft. Nach Anderen gibt das Weib den Stoff, den Körper der Frucht, der Mann hingegen die Kraft, die Form, den Charakter, die Seele. Nach Linné gibt das Weib das Markprinzip, das Nervensystem, der Mann hingegen das Rindenprinzip, Knochen, Gefässe, Blut, Muskeln und Haut. Nach Wolff sind die Blüthen modifizirte und dabei unvollkommene Blätter, und zwar so, dass von Aussen nach Innen die Unvollkommenheit fortschreitend zunimmt: die Blüthenbildung beruht also auf Mangel an Säften, auf Trockenheit; das Pollen ist ein vollkommener Nahrungsstoff, welcher wegen Erstarrung der Antheren in diese selbst zu ihrer Ernährung sich nicht hat absetzen können, in dem Fruchtknoten aber die gehemmte Vegetation wiederherstellt, und die Befruchtung ist eine von Aussen her geschehende Ernährung; so hört bei dem Thiere zur Zeit der Geschlechtsreife das Wachsthum auf, und der Eierstock ist das letzte Produkt, in welchem die Bildung aufhört, um späterhin von

Neuem zu beginnen, wenn der Same die unterdrückte Vegetation wieder in den Gang bringt. Hiernach wäre der Same nur der ernährende Stoff.

Eine Grundlage für die Beantwortung dieser Frage geben allein die Beobachtungen über die Qualität der Nachkommenschaft, je nach der verschiedenen Qualität der Zeugenden. Diese Beobachtungen zeigen deutlich, dass die Eigenthümlichkeit des Vaters und der Mutter auf die Beschaffenheit des Erzeugten einwirken, und es zeigt sich hier nicht allein Abhängigkeit von den Racenverschiedenheiten oder den dauernden Eigenschaften der Zeugenden, sondern auch von vorübergehenden Zuständen während der Befruchtung, sowohl materieller als geistiger Natur, und von dem relativen Verhältniss des Mannes und Weibes. Die hierher gehörenden Beobachtungen sind: Uebereinstimmung der zeugenden Individuen fördert die Qualität der Nachkommenschaft; so wählt man zur Zucht unter den Hausthieren die gesundesten und schönsten Individuen, welche in Hinsicht auf Grösse und Farbe u. s. w. zusammenpassen. Grosse Unähnlichkeit zwischen Mann und Frau zeigt Ausartung der Kinder. Abneigung der Eltern gegeneinander erzeugt Kinder mit hässlichen Formen und geringer Lebhaftigkeit. Bei Thieren ist die Fortpflanzung in ein und derselben Familie von guten Folgen; die Vermengung der verschiedenen Racen bewirkt nach Bojames, wenn sie eine Zeit lang fortgesetzt wird, bei Pferden eine allgemeine Ausartung. Beim Menschen ist Vereinigung naher Verwandten besonders für die geistigen Fähigkeiten der Nachkommenschaft nachtheilig. Nach Ausschweifung und bei Sittenlosigkeit werden meist an Körper und Geist schwächliche Kinder erzeugt. Kinder in der Trunkenheit erzeugt, leiden nicht selten an unvollkommener Ausbildung der Sensibilität oder sind gar blödsinnig. Kinder in zu hohem Alter erzeugt, werden leicht rhachitisch und ihr Geist ist weniger lebhaft. Ist der Mann älter als die Frau, so ist die Nachkommenschaft kräftiger, als im umgekehrten Falle.

Ueber den Einfluss, den der Vater oder die Mutter auf die Nachkommenschaft ausüben, gibt Burdach folgende Zusammenstellung. Im Ganzen vereint der Bastard die Eigenschaften von Vater und Mutter. Es sind hierbei drei Fälle möglich, nämlich Mischung, wo der Bastard in Hinsicht auf

einzelne Eigenschaften, Verhältnisse und Organe dem Vater, in Hinsicht auf andere der Mutter ähnlich ist, wo also die Eigenschaften beider Eltern neben einander stehen; oder Verschmelzung, wo die verschiedenen Eigenschaften der Eltern gegenseitig sich beschränken und ausgleichen, so dass eine Neutralität am Erzeugten erscheint; oder endlich Uebergewicht des einen oder anderen Geschlechtes. Die Bestimmung der Hautfarbe zeigt diese Verhältnisse am deutlichsten. Bisweilen trägt nämlich das Junge die beiden elterlichen Farben nebeneinander, so entstehen Schecken unter den Pferden und Rindern von ungleichartigen Eltern. In anderen Fällen verschmelzen die beiden elterlichen Farben zu einer neutralen, z. B. schwarz und weiss zu grau bei Gänsen, Rindern, Pferden. Im dritten Falle tritt nur die eine oder andere Farbe an den Jungen hervor. Ob das Junge dem Vater oder der Mutter mehr ähnelt, scheint zum Theil durch die Beschaffenheit der Gattungen bestimmt zu werden, was jedoch nicht konstant ist, und auch die Individualität ist nicht immer das Bestimmende, denn es kommen die verschiedenen Verhältnisse in einer Brut zugleich vor. In psychischer Hinsicht scheint der mütterliche Einfluss überwiegend, in Bestimmung des irritablen Lebens der väterliche. Am häufigsten wirkt ferner das Zeugende überwiegend auf das andere Geschlecht des Zeugenden. Die männlichen Jungen sind der Mutter, die weiblichen dem Vater mehr ähnlich.

Diese Beobachtungen zeigen, dass beide Geschlechter auf die Eigenschaften des Erzeugten einwirken, und der männliche Same daher nicht bloss die Entwicklungsthätigkeit des weiblichen Fruchtstoffes hervorruft, vielmehr auch die Modalität der Entwicklung bestimmt. Unlösbar wird die Frage erscheinen, ob er dieses durch seine dynamische Einwirkung ausübe, oder ob dieses durch materielle Vereinigung beider Fruchtstoffe erfolge. Die erstere Ansicht wäre eine rein hypothetische, während die letztere durch die neueren Beobachtungen über die materielle Vereinigung des Samens mit dem weiblichen Fruchtstoffe wesentlich begründet wird. Da nun eine Präexistenz der Frucht in beiden Fruchtstoffen nicht nachgewiesen ist, und, wie unten dargethan werden soll, auch nicht anzunehmen ist, so muss aus der Vermischung beider Fruchtstoffe das materielle Substrat der Frucht hervorgehen.

Wie weit die Verbindung dieser Stoffe erfolge, ist der Untersuchung ganz entrückt, jedenfalls aber sind beide in der Darstellung dieses Substrates wirksam und daher die Eigenschaften der Frucht bedingend.

Die zahlreichen Zeugungstheorien lassen sich in zwei Hauptabtheilungen bringen, indem man entweder von der Annahme ausging, dass das neue Individuum unter irgend einer Form in einem der Geschlechter präexistire, und so von Anfang der Schöpfung an alles sich Entwickelnde vorhanden war, oder dass das neue Individuum jedesmal durch neue Bildung erzeugt werde. Erstere Annahme stellte die Evolutionstheorie, letztere die Theorie der Epigenese dar. Diese Hauptabtheilungen zerspalten sich wiederum in viele Unterabtheilungen, und bei der Evolutionstheorie nahm man an, dass 1) die Keime in den organischen Körpern von der ersten Schöpfung an eingeschachtelt liegen und durch die Befruchtung entwickelt werden, wobei wiederum die Keime entweder im Eierstocke der Mutter oder im männlichen Samen sich befinden oder beide Geschlechter wirken, indem die weiblichen Eier durch die männlichen Samenthierchen befruchtet werden; 2) die Keime nicht in den organischen Körpern selbst, sondern auf und in der ganzen Erde sich vorfinden; 3) dass jedes Individuum seine Eier durch eine Art Absonderungsthätigkeit schafft. Zum Beweise dieser Theorien sind mannichfache Gründe aufgestellt worden; so die Präexistenz des Keimes vor der Befruchtung bei vielen lebenden Wesen; die Erscheinung, dass bei manchen Thieren durch eine einzige Begattung mehrere Generationen befruchtet werden; die natürlichen und zufälligen Einkapselungen; so weist man in den Knospen der Astern Blätter und Blüthen nach; die Metamorphosen, indem die Formen, welche hier successiv auftreten, offenbar in einander geschachtelt sind; die künstlichen Befruchtungen, indem bei diesen Versuchen die angewandte Samenmenge zu gering erschien, um mehr als das belebende Prinzip darzustellen; die theilweisen Reproduktionen, welche erweisen sollen, dass jeder Theil in sich selbst Keime habe, die ihn zu reproduziren bestimmt sind, und endlich die neueren Untersuchungen über die Ovula, welche sich schon im Eierstocke der Embryonen vorfanden. Dagegen hat man dieser Theorie die Gleichheit der Früchte mit den Vätern, die Bastardbildungen und die

Veränderungen, welche stets in der vegetabilischen und thierischen Welt im Verlaufe von Jahrhunderten wahrgenommen werden, entgegengesetzt.

Der Lehre der Ovisten gegenüber erklärten die Animatulisten oder Spermatiker, die Keime seien in dem männlichen Samen enthalten und fänden nur in dem weiblichen Körper ihren Boden, in welchem sie sich entwickelten, sowie schon Aristoteles behauptete, dass das Männliche das eigentlich Zeugende wäre. Ueber die Samenthiere s. d.

Die Theorie der Epigenese, schon von den ältesten griechischen Aerzten angenommen und bis auf die neueste Zeit unter den verschiedensten Formen dargestellt, ist durch die neueren physiologischen Forschungen besonders bestätigt worden. Da man alle Gewebe und Organe aus Zellen entstehen sieht, so könnte nach J. Müller die Evolutionstheorie heut zu Tage nur in einer geistigen Form vertheidigt werden. Es gibt nach ihm zweierlei Formen eines und desselben Organismus, die Form des Keimes, wo er nur die Kraft zur Gestaltung der speziellen Form, aber nicht die spezielle Form besitzt, und die vollendete Form, wo er zum Theil wieder zur ersten Form zurückgeht und Keime bildet. Die heutige Evolutionstheorie könnte nur von dem Satze ausgehen, dass die Einschachtelung in der Form des Keimes stattfinde, dass der vollendete Organismus die nächste Generation in der Form des Keimes, die Keime aber die folgenden Generationen in Form der Keime enthalten. In dieser Weise gibt es Stöcke mehrerer Generationen, wie bei den Polypen, Naiden, und selbst das schwangere Weib enthält eine entwickelte Generation, das Kind, in dessen Eierstock schon die Ovula mit ihren Keimbläschen für die dritte Generation enthalten sind. Findet die Sehkraft, durch das Mikroskop erweitert, keine weitere Subsumtion als eben Ei, Keimbläschen und Keimfleck, so könnte behauptet werden, dass dennoch eine solche vorhanden, aber durch die Grenzen der Sehkraft und der Instrumente nicht nachweisbar sei, und gegen diese Supposition lässt sich auf diesem Wege der Argumentation nichts einwenden. Es ist jedoch nicht nöthig, die Aufgabe bei einem so verwickelten Zustande aufzufassen, als sie sich in der geschlechtlichen Zeugung darstellt. Die ungeschlechtliche Zeugung leistet durchaus dasselbe, und man kann hier von dem Faktum

ausgehen, dass ein organischer Körper durch Theilung und Knospenbildung, ja durch das Wachsthum ein Multiplum bildet, dass ferner die Zellen selbst, die Urtheilchen der organischen Körper, theils durch Bildung neuer Zellen in sich, theils ausser sich, theils durch Theilung der Zellen und sich abschnürende Auswüchse der Zellen ihres Gleichen innerhalb eines Organismus bilden, und dass es endlich Organismen gibt, wo jede Zelle ein Keim ist, der durch Auswüchse der einen Zelle die ganzen Keime der Species wieder erzeugt.

Diese Thatsachen liefern die sicherste Widerlegung der Evolutionstheorie. Eine vollendete Organisation, die kurz vorher einem einzigen Willen unterworfen war, wird getheilt und hat sogleich nach der Theilung zwei Willen, wie es wenigstens von einigen Würmern nicht geleugnet werden kann, die sich nach der Theilung jeder für sich bewegen. Auch die spontane Theilung einer vollendeten Organisation beweist jenes, denn hier zerfällt diese vollendete Organisation in zwei Selbstbestimmungen, ohne dass das Multiplum durch Entwicklung von eingeschachtelten Keimen entstanden wäre. Auch die Knospenzeugung der niedersten Pflanzen schliesst die Evolutionstheorie aus. Denn wir sehen hier entweder ein Multiplum durch eine Theilung einer einfachen Zelle entstehen, oder die Zelle treibt einen Blindsack aus, der ein Theil der alten Zelle ist, aber doch neuer Keim wird, indem er sich abschnürt.

Durch die Befruchtung wird in dem weiblichen Eichen die Frucht zum selbstständigen Leben erweckt, und sie entwickelt sich eine Zeit lang innerhalb des Eies und wo dieses im Moment der Befruchtung noch im mütterlichen Organismus enthalten, somit auch innerhalb desselben. Diese Entwicklungsperiode wird das Fruchtleben genannt, während welcher die Frucht als Fötus oder Embryo erscheint. Sie wird beendet, sobald der Fötus durch die ihn umgebenden Hüllen des Eies durchdringt (Enthüllung) und den mütterlichen Organismus verlässt (Geburt). Die Periode von der Befruchtung bis zur Geburt wird die Schwangerschaftsperiode genannt.

Von der Einsaat und Brütung.

Der erste Akt nach der Befruchtung ist die Leitung des Eies nach der Stelle, an welcher es sich weiter entwickelt,

die Einsaat, sementis; diese Stelle ist entweder innerhalb oder ausserhalb des mütterlichen Organismus. Wo das Letztere stattfindet, wird das Ei geboren, ehe der Embryo sich entwickelt hat, und es geschieht dieses bei den Eierlegern; die meisten Thiere bringen ihre Eier hierbei an eine solche Stätte, dass sie Schutz, Wärme und Nahrung finden, und es beschränkt sich ihre Sorgfalt entweder nur auf die Handlung der Einsaat, oder sie erstreckt sich noch auf die weitere Entwicklung des Eies. Die Zeit, zu welcher das Ei den mütterlichen Körper verlässt, zeigt sich darin verschieden, dass das Ei vor der Geburt noch zum Theil entwickelt wird und schon einen mehr oder weniger entwickelten Embryo enthält. Der Embryo im Ei der Eidechse ist, wenn es gelegt wird, schon sehr weit ausgebildet; in den Eiern mancher Entozoen, z. B. des Cucullanus, bemerkt man schon innerhalb der Eileiter Embryonen, und wahrscheinlich gilt dasselbe auch von vielen anderen Eierlegern. Nach Burdach ist die Stufe der Entwicklung, welche der Embryo innerhalb des mütterlichen Körpers bei den verschiedenen Thieren erreicht, bei unserer gegenwärtigen Kenntniss nicht zu beurtheilen.

Die Einsaat innerhalb des mütterlichen Organismus findet nicht blos bei den Mammalien statt, bei denen ein wirklicher Fruchthalter vorhanden ist, welcher in lebendiger Wechselwirkung mit dem Ei verbleibt, sie findet vielmehr auch bei verschiedenen niederen Thieren ohne Fruchthalter statt, indem die Eier an verschiedenen Körperstellen abgelagert und ausgebrütet werden, wobei der Embryo dann oft die Eihüllen vor der Geburt durchbricht und selbst noch einige Zeit in dem mütterlichen Körper verbleibt. Es werden diese Thiere nacktgebärende oder lebendiggebärende, nudipara, vivipara, vivipara acotyledona genannt; das Ei hat auch hier seinen eignen Nahrungsstoff, wie bei der äusseren Brütung, in sich, und steht nicht durch Gefässkotyledonen oder Mutterkuchen mit dem Uterus oder sonst einem mütterlichen Theile in Verbindung. Die Brütestelle ist beim Regenwurme die Leibeshöhle, und die Jungen kriechen durch Oeffnungen am Rücken aus; bei den Aktinien erfahren die Keimkörner eine Art Brütung im Magen; bei den Medusen werden sie in den Beuteln der krausen Armbänder ausgebrütet; bei den Unionen und Anadonten in den äusseren Kiemen; unter den Hautdecken bei

einigen Oniscoiden und Entomostraceen; in den Eileitern oder im Eiergange unter den Entozoen bei Ascaris, Cucullanus und Amphistoma; unter den Insekten bei Aphiden und einigen Fliegen; unter den Arachniden beim Skorpion; unter den Krustaceen bei Daphnia und Lynceus; unter den Mollusken bei Paludina vivipara; unter den Fischen bei einigen Rochen, Haien, Aalen und Schleimfischen; unter den Amphibien bei dem Erdsalamander, der Lacerta crocea, der Blindschleiche, der Viper und den meisten giftigen Schlangen.

Wo die Einsaat nach Aussen erfolgt, bleibt entweder das Ei am mütterlichen Organismus angeheftet oder nicht. Die erste Form erfolgt entweder in der Art, dass das Ei durch den ihn umgebenden Schleim mit dem mütterlichen Körper sich verbindet, oder eine nestförmige Haut, welche mit demselben zusammenhängt, umgibt die Eier. Die Anheftung durch Schleim, die bei den Sertularien, Ascidien, Cirrhipoden, bei mehreren Gasteropoden durch den blosen Bildungshergang erfolgt, geschieht bei dem Krebse durch willkürliche Handlung. Die Eier haben nämlich einen schleimigen Ueberzug, der sich hinter ihnen zu einem Faden auszieht, durch welchen sie nach ihrem Austritte aus dem Körper der Mutter hängen bleiben; diese heftet sie nun mittelst ihrer Fäden an die Flossenblättchen, welche sie unter dem Schwanze hat, und vertheilt sie gleichförmig an dieselben, an deren haarförmigen Spitzen sie kleben bleiben.

Auch die Nesthaut wird durch einen Bildungshergang hervorgebracht oder wie bei einigen Spinnen durch Instinkt vermittelt, indem diese Thiere einen Beutel weben, in den sie die Eier legen.

Bei einigen Thieren wird das Männchen der Träger der Eier, indem diese dem männlichen Syngnathus ophidion äusserlich am Bauche und dem männlichen Bufo obstetricius an den Hinterbeinen, mit welchen er sie bei der Begattung aus den Eileitern gezogen hat, kleben bleiben.

Wenn das Ei nicht am mütterlichen Körper verbleibt, so wird es in der Regel durch freiwillige instinktartige Bewegungen der Mutter an den zur Ausbildung geeigneten Ort gebracht, wobei diese entweder nur den Ort auswählt oder eine schützende Lagerstätte oder ein Nest selbst baut. Burdach nennt diese Lagerstätte Geniste, nidamentum, und

er versteht hierunter die zu dem individuell gebildeten Eie hinzutretende, auf die Brütung sich beziehende und von der Mutter gebildete äussere Umhüllung. Nach der Einsaat entwickelt sich das Ei entweder ohne weitere Hülfe der Mutter, oder diese brütet das Ei weiter aus; äussere Brütung, wie dieses bei den Vögeln stattfindet. Es entsteht bei ihnen, nachdem sie ihre Eier gelegt haben, eine Kongestion nach den Gefässen der Bauchhaut, als der Brütestelle, und hierdurch eine vermehrte Wärme daselbst. Dabei wird bei den meisten Vögeln während des Brütens die Federbedeckung schwächer, theils weil sie sich die Federn am Bauche zum Ausfüttern des Nestes ausreissen, theils weil diese in Folge jener Kongestion reifen, vertrocknen und von selbst ausfallen. Bei mehreren Vögeln entstehen so einzelne nackte Stellen, die sogenannten Brütestellen. Zugleich tritt die Pflege der Eier als ein heftiger Affekt hervor, so dass das Weibchen blos auf das Brüten bedacht ist, die Nahrung darüber verabsäumt, abmagert, bei der grössten Gefahr nur schwer vom Neste weicht und zuweilen den geraubten Eiern in die Gefangenschaft folgt.

Wenn der Embryo im Ei vollständig entwickelt ist und die Eihüllen durchbricht, wird das Fruchtleben bei den eierlegenden Thieren beendet und hierdurch das Ende der Brütungsperiode bezeichnet. Die Dauer derselben ist sehr verschieden. Von den Insekteneiern, welche im Sommer gelegt, also auch sogleich der Einwirkung des Brütens ausgesetzt werden, sind einige, z. B. von Schmeissfliegen, schon nach einigen Stunden ausgebrütet, andere, z. B. von Bienen und Coccinellen, nach 5 bis 8 Tagen, von Phalänen nach 6 bis 8 Tagen, von Käfern nach 2 bis 3 Wochen. Die Eier von Planorbis marginatus werden in 11, von Ancylus fluviatilis in 20, von Paludina vivipara in 22, von Planorbis contortus, Limnaeus stagnalis und Helix pomatia in 24 oder 25, von Valvata obtusa in 28 bis 30, von Valvata cristata in 30 bis 40 Tagen ausgebrütet. Die Eier von Cyprinus brama, blicca und albamus brauchen ungefähr 8 Tage, die von anderen Fischen einige Wochen. Die meisten inländischen Eidechsen kriechen erst 2 bis 3 Monate, nachdem das Ei gelegt ist, aus. Die Viper ist gegen 4 Monate lang trächtig. Die meisten Vögel brüten 3 Wochen lang, der Kolibri nur 14 Tage, die Taube 16, die

Henne 21, das Perlhuhn 25, die Truthenne 27, die Gans 29, der Pfau 30 bis 31 Tage.

Bei vielen Organismen ist aber das Fruchtleben selbst noch nicht durch die Enthüllung beendet, sondern sie treten aus dem Eie als Mittelwesen zwischen Embryonen und entwickelten Organismen, welche zwar selbstständig ihre Ernährung bewirken, aber noch Larven sind.

Von der Schwangerschaft.

Bei den Säugethieren und bei dem Menschen entwickelt sich das Ei und der Embryo innerhalb des mütterlichen Organismus, und der Akt der Enthüllung, in welchem der Embryo das Ei verlässt, fällt mit dem Akte der Geburt, dem Verlassen des mütterlichen Organismus zusammen. Hier umfasst die Schwangerschaft somit Einsaat, Brütung, Enthüllung und Geburt.

Vorgänge im mütterlichen Organismus während der Schwangerschaft.

Es ist schon oben angegeben, dass das Eichen im weiblichen Eierstocke in eine zur Befruchtung vorbereitende Entwicklung eingeht, und diese bis zu einem gewissen Grade, wobei das Eichen selbst bis in die Eileiter eindringt, ohne Befruchtung fortsetzt. Es kann aber auch die Befruchtung im Eierstocke ohne vorhergängige vorbereitende Entwicklung stattfinden.

Reifung des Eichens.

Als erste Folge der Befruchtung kann daher die Reifung des Eies im Eierstocke angesehen werden. Die direkten Beobachtungen an Menschen und Säugethieren geben hier nach Litzmann folgende Resultate. Der Follikel, in dem das reife befruchtungsfähige oder befruchtete Ei sich befindet, erscheint blut- und gefässreicher und schwillt durch eine wasserhelle eiweisshaltige Exsudation in seiner Höhle stärker an. Durch die Ausdehnung werden seine Wandungen mehr und mehr verdünnt und zerreissen endlich an der erhabensten, der freien Seite des Eierstocks zugewandten Stelle. Das Ei tritt vermöge seiner Lage an dieser Stelle aus seiner lockeren

Einbettung in der Membrana granulosa sogleich sammt dem flüssigen Inhalte aus. Ueber die Zeit, welche von der Begattung bis zum Austritte des Eies verfliesst, finden wir die widersprechendsten Angaben bei den verschiedenen Beobachtern. Der Grund dieser Widersprüche liegt einfach darin, dass der Austritt des Eies eben nicht von der Begattung und Befruchtung abhängig ist, sondern je nach dem Entwicklungsstadium, in welchem sich die Eier zur Zeit derselben befinden, bald später, bald früher erfolgt, ja selbst schon vor der Befruchtung eingetreten sein kann. Der Entwicklungsgrad der Eier wird in dem gegebenen Falle durch den jedesmaligen Zeitpunkt der Menstruation oder Brunst, mit Rücksicht auf die individuelle Eigenthümlichkeit des Subjektes bestimmt; so fand Bischoff bei jungen, zum ersten Male läufigen Hündinnen die Eier immer verhältnissmässig noch viel weiter zurück, als bei älteren.

Nach dem Austritte des Eies verwandelt sich der geplatzte Follikel in ein sogenanntes Corpus luteum. Beim Hunde beginnt, nach Bischoff, diese Metamorphose schon vor dem Austritte des Eies, indem dann Granulationen ähnliche Wucherungen an der Innenfläche des Follikels erscheinen. Die Austrittstelle der Eier macht sich anfangs noch als eine kleine, von einem lebhaft rothen Gefässkranze umgebene Oeffnung bemerkbar; sie schliesst sich aber in einigen Tagen vollständig, zuerst in der Tunica fibrosa des Eierstocks und später im Follikel selbst, so dass sie nach Abpräparation jener hier noch gefunden wird, während sie dort nicht mehr deutlich ist. Ein kleiner Fleck bezeichnet noch längere Zeit die Stelle des Aufbruchs. Im Innern des Follikels wandeln sich, nach Wagner und Bischoff, die Zellen der Membrana granulosa in grosse ovale, mit dunklen Moleculen nicht gefüllte Zellen um, die einen hellen Nucleus besitzen. Daneben findet eine neue Exsudation von Liquor sanguinis statt, woraus sich neue Zellen und Gefässe, die mit der Wandung des Follikels in Verbindung treten, den Granulationen ähnlich, entwickeln. Die Zellenwucherung schreitet von der Peripherie gegen den Mittelpunkt des Follikels hin fort, so dass die anfänglich zentrale, mit einem bald flüssigen, bald koagulirten und oft mehr oder minder blutig gefärbten Inhalte gefüllte Höhle allmälig sich verkleinert und endlich vollkommen geschlossen wird.

Alsdann schrumpft die Masse sammt dem Follikel, mit narbiger Einwärtsziehung der Tunica fibrosa an der Aufbruchstelle, zu einem linsenförmigen gelben Körper zusammen, der im Innern, seiner Entstehung gemäss, eine strahlige Textur zeigt. Ein Bluterguss in den geplatzten Follikel, vor der Bildung des Corpus luteum, kommt nach Bischoff bei Hunden und Kaninchen nur selten vor, öfter dagegen bei Schweinen, und soll diese Blutung eine sekundäre aus den neu entstandenen Gefässen sein. Beim Menschen scheint ein Blutaustritt sehr gewöhnlich und gleich ursprünglich beim Platzen eines Follikels sich zu ereignen. Man findet in der Regel zu Anfang im Innern des geplatzten Follikels ein locker geronnenes dunkelrothes Blut, das von einer peripherischen weissen oder farbigen Fibringerinnung von verschiedener Dicke umschlossen ist. Allmälig entfärbt sich das Blutkoagulum zum Rostbraunen, Hefengelben, zerfällt zu einem Breie, der sich nach und nach eindickt oder in eine äussere Fibringerinnung und eine innere, allmälig wieder durch Resorption schwindende Serosität sondert. Dabei schrumpft der vorher angeschwollene und ausgedehnte Follikel oft unter sein normales Volumen zusammen. Rokitansky betrachtet diesen Prozess zwar als das Resultat einer menstrualen Kongestion im Ovarium, hält ihn jedoch mit Unrecht, unter der Bezeichnung Apoplexie der Follikel, für eine pathologische Erscheinung. Abweichende Ansichten über die Entstehungsweise der Corpora lutea sind namentlich von den englischen Autoren aufgestellt. Montgomery und Barry behaupten, der gelbe Körper bilde sich zwischen der inneren und äusseren Haut des Graafschen Bläschens. Nach Paterson entsteht zwischen den beiden Blättern des Graafschen Bläschens ein Bluterguss, dessen Faserstoff sich organisirt und in den gelben Körper umwandelt. Nach Leo bildet sich die Masse des gelben Körpers nach Aussen, um die entleerte Kapsel des Graafschen Bläschens herum, in dem Stroma des Eierstocks. Die Bildung des Corpus luteum muss lediglich als ein Vernarbungsprozess des geplatzten Follikels angesehen werden. Die auch von Montgomery und Leo mehrfach berührte Frage nach den diagnostischen Merkmalen wahrer und falscher, d. h. ohne vorausgegangene Schwängerung entstandener Corpora lutea, zerfällt nach den neueren Untersuchungen, welche die Unabhängigkeit dieser Bildung von der Befruchtung darthun, in nichts.

In den seltenen Fällen, in denen das Ei sich im Ovarium selbst entwickelt, glaubt Litzmann annehmen zu müssen, dass es nicht zu einer Berstung des Follikels kam, sondern dass dieser mit dem befruchteten Eie zugleich fortwächst. Denn bei der oberflächlichen Lagerung des Follikels ist es nicht denkbar, durch welche Kräfte das Ei, wenn es einmal ausgetreten ist, sollte zurückgehalten werden. In einem tiefer gelegenen Follikel möchte das Ei wohl kaum einer Befruchtung zugänglich sein, abgesehen davon, dass solche Eier in der Regel noch nicht ihre vollständige, zur Befruchtung nöthige Reife erlangt haben.

Uebergang des Eies zur Gebärmutter.

Das ausgetretene Ei gelangt in den Eileiter. Während bei den niederen Thieren und den meisten Fischen dieser mit dem Eierstocke unmittelbar zusammenhängt, und das Ei in denselben daher unmittelbar übertritt, sind beide Organe bei den höheren Thieren getrennt. Hier wird das Ei entweder dem Eileiter zugeführt, oder dieser letztere kommt dem Eie entgegen. Das erstere Verhältniss tritt überall da ein, wo die Mündung der Eileiter befestigt und unbeweglich ist, so bei Knorpelfischen und Batrachiern; hier gelangen die Eier zunächst in die Bauchhöhle und werden wahrscheinlich durch den Druck der Bauchmuskeln in den Eileiter gebracht. Bei den Thieren, bei denen der Eileiter sich zum Eierstocke, um das Ei aufzunehmen, wendet, wie bei den Schildkröten, Eidechsen, Schlangen, Vögeln und Mammalien, liegen beide Organe ziemlich nahe beisammen, und es findet periodisch die Vereinigung in der Art statt, dass das offene Ende oder der Trichter des Eileiters den Eierstock umfasst. Dieses Umfassen wird durch Muskelthätigkeit bewerkstelligt, aber durch grössere Blutturgescenz wesentlich unterstützt. Ueber die Zeit, wann diese Anlegung des Eileiters erfolgt, und über die Dauer derselben sind die Angaben der früheren Schriftsteller um so weniger maassgebend, als sie bei ihren Beobachtungen den Akt der Befruchtung als das wesentliche Moment ansehen; die neueren Untersuchungen haben aber gezeigt, dass der Uebertritt des Eies in den Eileiter als vorbereitende Thätigkeit vor der Befruchtung erfolgen könne. Ebenso wenig ist die Dauer der Umfassung bekannt. Nach

Wagner bleibt der Eierstock zuweilen, z. B. beim Schweine, wochenlang umfasst. Ganz unerklärt ist es, aus welchem Grunde die Fimbrien gerade den Theil des Eierstocks umfassen, an welchem sich das reife, zum Austritte bestimmte Ei befindet.

Der Eileiter führt das Ei zum Uterus hin. Es geschieht dieses theils durch die Kontraktionen der Muskelhaut der Tuben, theils durch die Wimperbewegung der Schleimhaut, die stets vom Eierstocke gegen den Uterus gerichtet ist. Bischoff fand die Cilien hinter dem Eie im Eileiter zerstört.

Die Dauer des Aufenthaltes des Eies im Eileiter ist sowohl bei den Eierlegern, als bei den Säugethieren sehr verschieden. Burdach gibt an, dass bei den Batrachiern das Legen der befruchteten Eier ungefähr 4 bis 5 Tage nach Anfang der Begattung erfolgt. Die Schmetterlinge legen ihre Eier schon wenige Stunden nach der Begattung, die Weinbergschnecke nach 3 bis 4 Wochen, die Spinnen nach 2 Monaten, die Wespen und Hummeln erst nach 6 Monaten, der Fasan nach 3 bis 4, das Rebhuhn nach 10 bis 12 Wochen. Was die Zeitverhältnisse bei den Säugethieren betrifft, so sah Cruikshank bei Kaninchen 2 Stunden nach der Befruchtung die Bläschen des Eierstocks bersten, und fand die Eier im Eileiter am 3. Tage, im Fruchthalter aber zu Ende des 4. Tages. Kuhlemann fand bei Schafen die Bläschen des Eierstocks geborsten zu Ende des 1. Tages, die Eier in dem Eileiter am 15. und im Fruchthalter am 19. Tage. Prévost und Dumas sahen die Bläschen bei Hunden am 6. und 7. Tage geborsten und am 8. Tage die Eier theils noch im Eileiter, theils in dem Fruchthalter. Da nun die Trächtigkeit bei Kaninchen 28, bei Schafen 135, bei Hunden 63 Tage dauert, so würde hier ein Siebentheil der Dauer der Trächtigkeit verstreichen, ehe das Ei in den Fruchthalter gelangt. Das menschliche Ei gelangt verhältnissmässig früher in den Uterus, und zwar schon nach 14 Tagen, s. o. Diese Bestimmungen sind jedoch nach dem muthmaasslichen Tage der Konzeption berechnet und daher nicht entscheidend. Nach Bischoff erfolgt wahrscheinlich der Durchgang des Eies um so langsamer, je höher das Thier steht, und nach ihm kommt das Ei des Menschen schwerlich vor dem 12. bis 14. Tage in den Uterus.

Veränderungen in der Gebärmutter während der Schwangerschaft.

Die wichtigsten Veränderungen gehen im Uterus vor. Ehe noch das Ei in denselben gelangt, fängt er an zu turgesciren, schwillt namentlich im obern Theile an, wird von trockner, weicher, blättriger Substanz; die Schichten, woraus das Gewebe der Gebärmutter besteht, sondern sich deutlicher, die Gefässe nehmen an Grösse zu; die innere Fläche wird glatt, aber unregelmässig, erscheint sehr gefässreich, wird mit einer Menge feiner, nur durch das Mikroskop sichtbarer Fäden bedeckt, mit einer breiigen Substanz bekleidet, welche auch den Hals der Gebärmutter überzieht und die Höhle des Körpers verschliesst. Oben ist diese Substanz am dicksten und am genauesten mit der Substanz der Gebärmutter verbunden, unten ist sie dünn und locker und leicht zu trennen. Diese Exsudation tritt mit den Gefässen des Uterus in Verbindung und bildet sich zur Membrana decidua Hunteri aus.

Die Fibern der Gebärmutter werden aufgelockert, geröthet und können in ihren verschiedenen Faserbündeln unterschieden werden. Die unentwickelten Zellfasern erweichen und entwickeln sich mehr und mehr, und gestatten die Ausbildung der übrigen Theile dieses Organes. Es entwickeln sich die Muskelfasern hierbei auf dieselbe Weise wie im Embryo, so dass man alle Entwicklungsperioden des Muskelfleisches neben einander im Uterus beobachten kann. Die Arterien verlängern und erweitern sich, in noch bedeutenderem Grade die Venen, namentlich an der Stelle des Placentasitzes. Die Lymphgefässe erweitern sich oft in dem Maasse, dass ihr Kanal die Grösse einer Rabenfeder erhält. Auch die Nerven der Gebärmutter verlängern und verdicken sich, wie dieses schon Tiedemann nachwies; nach Remak findet vorzugsweise eine Entwicklung der motorischen Nervenfaser statt.

Die vordere Wand der Gebärmutter entfernt sich von der hinteren, und die Höhle des Uterus wird bedeutend vergrössert; der Längendurchmesser steigt von 2 auf 12 bis 14 Zoll, der Querdurchmesser an der breitesten Stelle von $1\frac{1}{2}$ auf 8 bis 10 Zoll, der Durchmesser von vorn nach hinten von 1 auf 6 bis 8 bis 9 Zoll; der Umfang beträgt 26 bis 28 Zoll und der Inhalt ungefähr 400 Kubikzoll, so dass er 544 Mal grösser

als im unbeschwängerten Zustande ist. Im Anfange der Schwangerschaft dehnt sich vorzüglich der Muttergrund aus, der Körper nimmt nur einigen Antheil; in der Mitte der Schwangerschaft erleidet jedoch dieser vorzüglich eine Ausdehnung und entwickelt sich an Umfang bedeutend, wobei nun auch der Hals sich zu erweitern beginnt und in den letzten Monaten der Schwangerschaft vorzüglich zur Erweiterung der Höhle der Gebärmutter beiträgt.

Ueber die Massenzunahme der Wandungen der Gebärmutter sind die Angaben verschieden, was nach Litzmann dadurch begründet wird, dass nicht immer alle Gewebselemente des Uterus gleichmässig Antheil nehmen. Nach Meckel nimmt die Dicke anfänglich zu, später aber wieder ab. In der 3. Woche nach der Empfängniss waren die Wände 6, im Anfange des 3. Monats 5, im Anfange des 4. Monats 4, gegen das Ende desselben in 2 Fällen 4, in 1 Falle 3, in 1 andern oben 2, unten 4, im 6. und 7. Monate nicht völlig 3, im 8. in 2 Fällen 2—2½, in einem 3. oben 3, unten 4 Linien dick, im 9. Monate noch etwas dünner. Nach der Niederkunft im 7., 8. oder 9. Monate haben die Wandungen der zusammengezogenen Gebärmutter gewöhnlich 1 Zoll Dicke.

Die Gestalt der Gebärmutter ändert sich im Verlaufe der Schwangerschaft sehr bedeutend, sie strebt zuerst von ihrer platten Gestalt zur Eiform überzugehen und rundet sich zunächst nach allen Seiten einigermaassen ab, so dass der Uebergang in die birnförmige Gestalt hierdurch bedingt wird. Später nähert sie sich immer mehr der Eiform, welche sie am Ende des 9. Monats vollkommen erreicht. Die Lippen des Muttermundes werden dicker und weiter. Im 10. Monate formt sich die Gestalt der Gebärmutter mehr nach dem Umfange des Kindes und der Placenta, indem sie fester sich an diese anschliesst, was in dem früheren Verlaufe der Schwangerschaft nicht der Fall war. Bei diesen Veränderungen stimmt die innere Form der Höhle mit der äusseren Gestalt überein, und es geht die Höhle aus der dreieckigen Gestalt in die eiförmige über.

Abweichungen von der regelmässigen Eiform sind übrigens nicht selten und in der Regel dann mit Schieflage der Frucht verbunden, welche letztere als Folge jener Abweichungen anzusehen ist.

Die Gewichtszunahme der schwangeren Gebärmutter ist sehr bedeutend, es fehlen jedoch genaue Angaben über dieselbe, je nach der verschiedenen Zeit der Schwangerschaft. Nach Meckel betrug einige Tage nach der Niederkunft das Gewicht 24 Unzen, während die unbeschwängerte Gebärmutter 1 Unze wog.

Die Lage und Richtung der Gebärmutter verändert sich in folgender Art. Zuerst sinkt die Gebärmutter tiefer in das Becken und steht, gleichwie bei der Menstruation, ungefähr im 2. Monat der Schwangerschaft am tiefsten; auch die Axe der Gebärmutter hat zu dieser Zeit eine sehr abweichende Richtung angenommen und nähert sich der Perpendikuläraxe des weiblichen Körpers, indem der Grund mehr nach hinten, der Muttermund mehr nach vorn gerichtet ist. Von dem 3. Monate an hebt sich die Gebärmutter wieder und steigt nun fortwährend höher in die Bauchhöhle, so dass sie am Ende des 9. Mondsmonates bis in die Herzgrube gedrungen ist, dann aber im 10. Monate wieder herabsteigt und bis in die Nabelgegend sinkt.

Im 3. Monate tritt wiederum der Grund der Gebärmutter mehr nach vorn, der Mund mehr nach hinten, zugleich neigt sich der Grund etwas nach der rechten Seite.

Die Veränderungen in den übrigen Beckenorganen sind nach Litzmann: Das Verhältniss der runden und breiten Mutterbänder zum Uterus verändert sich; die Masse der runden Mutterbänder nimmt zu, sie verlaufen mehr abwärts zum Leistenringe und verstärken die Neigung des Uterus gegen die Bauchwand; die Duplikaturen der breiten Mutterbänder werden entfaltet und die Ovarien und Tuben liegen jetzt dicht an denselben an, so dass nur der untere Theil der letztern noch frei absteht.

In der Scheide und den äusseren Geschlechtstheilen zeigen sich im Allgemeinen die Erscheinungen einer gelinden Kongestion, erhöhte Temperatur, Exsudation ins Parenchym und vermehrte Sekretion; am stärksten sind diese Erscheinungen unmittelbar nach der Konzeption, werden nach einigen Wochen geringer und nehmen dann in der 2. Hälfte der Schwangerschaft wieder zu. Die Wandungen der Scheide lockern sich auf, die Sekretion ist vermehrt, das Sekret ist gewöhnlich

weiss, rahmartig, seltner dick, gelb, eiterartig und Eiterzellen enthaltend. Zuweilen ist zugleich Anschwellung der Schleimhautdrüsen vorhanden, die dann nicht selten die ganze Scheide rauh wie ein Reibeisen darstellen. Neuerdings hat besonders Jacquemin auf eine bläuliche, bläulichrothe oder weinhefenartige Färbung der Schleimhaut aufmerksam gemacht, die nach ihm konstant die Schwangerschaft begleiten soll, besonders am Scheidengewölbe und Scheideneingange, oft mit scharfer Begrenzung daselbst.

Die Kongestion verbreitet sich ferner auf die äussere Umhüllung der Beckengenitalien. Die Band- und Knorpelmassen des Beckens schwellen an und sind saftreicher und aufgelockerter, als im unbeschwängerten Zustande, in dem Becken selbst prägt sich erst jetzt durch Vollendung des Wachsthums die weibliche Form vollkommen aus. In dem Zellgewebe der Lenden-, Becken- und Schamgegend kommt es zu einer reichlichern Fettablagerung, besonders vom vierten Schwangerschaftsmonate ab. Die Wandungen der Harnröhre sind gleich denen der Scheide aufgelockert, ihre Mündung ist weiter und schwülstiger. Auch das Zellgewebe und die Fascien des Dammes lockern sich nicht selten schon jetzt etwas auf.

In Folge der Vergrösserung und der veränderten Lage der Gebärmutter werden mechanische Einwirkungen auf die benachbarten Organe ausgeübt. Das Herabsinken der Gebärmutter im 2. Monate führt eine Abplattung des Bauches herbei, vom 3. oder 4. Schwangerschaftsmonate an werden aber die Bauchdecken ausgedehnt, der Nabel wird von unten her entfaltet, ist im 8. oder 9. Monate vollkommen verstrichen und die Haut erscheint an dieser Stelle thurmartig vorgewölbt. Eine partielle Verdünnung der Haut in der Unterbauchgegend ist in der 2. Hälfte der Schwangerschaft eine sehr gewöhnliche und bei Mehrgebärenden fast konstante Erscheinung. Sie stellt flach vertiefte, bläulichrothe, oft silberglänzende Streifen dar, die parallel der Längenachse des Körpers verlaufen und sich in der Regel bis auf die Oberschenkel erstrecken; es sind die tieferen Schichten der die Haut zusammensetzenden Faserbündel aus einander gewichen und die äussere dichtere Schicht bis zum Durchscheinen verdünnt. Die Gedärme werden nach oben und hinten gedrängt, und

gegen das Ende der Schwangerschaft wirkt auch die Gebärmutter mechanisch auf Leber und Magen ein und das Zwerchfell wird gehoben. Die Venen werden komprimirt und dadurch der Blutumlauf der unteren Körperhälfte gehemmt; auch die Nervengeflechte des Beckens leiden durch Druck.

Vorgänge in den Brüsten, während der Schwangerschaft.

Die Brüste nehmen an den Schwangerschaftsvorgängen einen wesentlichen Antheil und entwickeln sich zur Ausübung der ihnen nach der Geburt obliegenden Funktion. Nach Burdach sind sie mit dem Uterus weder durch Nerven noch durch Gefässe verbunden. Ihre Entwicklung wäre demnach eine selbständige, gleichsam in Folge ihres direkten Antheils an dem Zeugungsvermögen, welches sich auch schon in der Turgescenz derselben bei der Geschlechtslust ausspricht. Henle hält es jedoch für wahrscheinlich, dass die Nerven des Uterus und der Brüste von einem Punkte der Zentralorgane kämen, und stützt sich dabei auf die anatomische Thatsache, dass die Nerven der Brüste mit cerebrospinalen Nerven verlaufen, während die des tiefer liegenden Uterus dem sympathischen Systeme angehören. Volkmann fand in einigen Zweigen der Nerven der weiblichen Brustdrüse wenigstens doppelt so viel feine, symphatische Fasern, als dicke, cerebrospinale. Demgemäss sieht Litzmann die Erscheinungen an den Brüsten als durch Nervenreflex vom Uterus aus erzeugt an. Dass hier jedoch nicht ein einfaches, konsensuelles Verhältniss obwaltet, geht daraus hervor, dass die Brüste den höchsten Grad ihrer Thätigkeit nach dem Gebären, bei sinkender Lebendigkeit des Uterus erreichen, und dass man selbst bei Extrauterinschwangerschaften, nach den zu Ende des 10. Monats erfolgten Wehen, den Eintritt von Milchfieber und Milchsekretion beobachtet hat.

Die Veränderungen, welche die Brüste während der Schwangerschaft zeigen, sind nach Litzmann folgende. In der Regel beginnt die Entwicklung schon im 2. oder 3. Monate der Schwangerschaft, und es liegt auch hier eine Hyperämie mit Ausschwitzung ins Parenchym den Erscheinungen als nächstes physikalisches Moment zu Grunde. Die Brüste schwellen unter flüchtigen, stechenden oder spannenden Schmerzen

an, die um so grösser zu sein pflegen, je unausgebildeter das Organ noch war; die Gänge und Acini im Innern werden grösser und weiter, letztere rücken dadurch dichter an einander, und schon äusserlich fühlt man deutlich die entwickelten Lappen des Drüsenkörpers. Die oberflächlichen Hautvenen sind erweitert und bilden ein starkes blau durchschimmerndes Gefässnetz, bisweilen sind auch die Lymphgefässe und Achseldrüsen angeschwollen und schmerzhaft, namentlich wenn diese Entwicklung rasch und stürmisch geschieht, und wahrscheinlich die stärkere Ausschwitzung eine gesteigerte Resorption nöthig macht. Die Areola turgescirt stärker, tritt polsterartig hervor und gewinnt an Umfang, die Pigmentlage unter der Oberhaut wird dicker und die früher rosenrothe Farbe geht in eine schmutzig rothe, braune oder selbst schwärzliche über; auch die Warze wird grösser und erigirt sich periodisch. Die Absonderung der Glandulae sebaceae ist in der Regel vermehrt, diese sind angeschwollen und ragen stärker über die Oberfläche hervor; die Epidermis verdickt sich oder stösst sich beständig in Schuppen ab. Zu diesen äusseren Merkmalen des Wachsthums gesellen sich bisweilen schon im 3. oder 4. Monate Spuren einer Milchsekretion. Eine bald helle, klare, bald weissliche, trübe, bald gelbliche, dickliche, zähe Flüssigkeit lässt sich aus den Mündungen der Ausführungsgänge hervordrücken oder fliesst periodisch freiwillig aus.

Verändernngen im Gesammtorganismus während der Schwangerschaft.

Der Gesammtorganismus des Weibes zeigt in vielfacher Beziehung während der Schwangerschaft Veränderungen, die ihrem Kausalverhältnisse nach nicht vollständig ergründet sind. Die sogleich anzugebenden veränderten Mischungsverhältnisse hat man zwar durch das Aufhören der Menstruation erklären wollen, indessen ohne dass eine weitere Begründung gelungen wäre. Wir begnügen uns daher, die Veränderungen selbst anzugeben. Der Turgor der äussern Haut schwindet, da die Richtung des Blutes nach dem Unterleibe das Uebergewicht erlangt hat. Das Gesicht verliert seine Vollheit und Röthe, die Augen erscheinen weniger lebhaft und sind mehr in die Augenhöhlen zurückgezogen, die Augenlider sind oft von einem Ringe umgeben und von livider Farbe. Die Nase und das

Kinn treten mehr hervor, indem die Wangen zurücktreten, der Mund wird grösser und der Hals umfangreicher. Die Hautausdünstung soll bisweilen in der Schwangerschaft einen eigenthümlichen Geruch annehmen; nach Gardini entwickelt die Haut negative Elektrizität. Sehr gewöhnlich sind Pigmentablagerungen unter der Haut; sie kommen konstant am Warzenhofe, nächstdem am häufigsten in der Linea alba vor. Ausserdem sieht man nicht selten, zumal im Gesichte, gelbe oder braune Flecke von verschiedener Grösse, wie Sommersprossen, welche bisweilen zusammenfliessen und in den stärker entwickelten Graden eine intensiv schwarze Färbung annehmen. Nach Krause verdankt die dunklere Färbung hauptsächlich den dunkleren Kernen der tiefern Epidermisschicht nebst eingestreuten Pigmentzellen ihren Ursprung.

Die Blutbildung geht in der Regel energischer von Statten, so dass sich die Erscheinungen der Plethora ausbilden, und fast allen Beobachtern ist die konstante Bildung einer Speckhaut in dem Blute der Schwangeren aufgefallen. Das Blut selbst zeichnet sich in seiner Zusammensetzung durch einen etwas geringern Gehalt an festen Bestandtheilen aus; das Verhältniss des Haematoglobulin zum Albumin war normal, die Quantität des Fettes etwas vermehrt. Nasse fand das Blut bei Schwangeren immer kälter als bei Nichtschwangeren; das spezifische Gewicht betrug oft nur 1045, sonst 1050 und mehr, das Serum wog im Mittel 1025,5, sonst 1026,5, und war häufig durch einen stärkern Fettgehalt getrübt; die Menge des Wassers war stets auffallend vermehrt, ebenso die des Faserstoffes, selbst bis zu 6,0, meist aber nur bis zu 3,0 bis 4,0, sonst 2,1 bis 2,5. Die Menge der Blutkörperchen war immer vermindert, ausserdem zeichneten sie sich durch das häufige Vorkommen und die Grösse ihrer Kerne aus. Also Verminderung der festen Bestandtheile auf Kosten des Eiweisses und der Blutkörperchen, dagegen Zunahme des Faserstoffes und des Fettes. Die von manchen Schriftstellern angenommene Vermehrung der Blutmenge überhaupt ist empirisch nicht nachgewiesen; Wallungen und Kongestionen geben nach Litzmann hierfür keinen Beweis, sondern lassen sich auf Störungen in der Blutbewegung zurückführen.

Was die Veränderungen im Urine betrifft, so fand Nauche zuerst, dass der Urin der Schwangeren nach 24 bis 30stündigem

Stehen neben einem milchigen Bodensatze auf seiner Oberfläche ein Häutchen bilde, und nannte diese sich abscheidende Substanz Kiësteïne. Nach Lehmann bietet der Harn vorzüglich im 2. und 3., weniger im 4. bis 7., gar nicht im 1., 8. und 9. Monate der Schwangerschaft ein eigenthümliches Verhalten dar. In dieser Zeit bildet sich spätestens nach 24stündigem Stehen ein meistens lockeres, halb schwebendes Sediment; hat dieses einige Stunden gestanden, so lockert es sich auf, kleine rundliche Theilchen steigen allmälig in die Höhe und bilden auf der Oberfläche eine etwa liniendicke Haut, welche unter dem Mikroskop aus kleinen Kügelchen, Flocken und Fäden zusammengesetzt erscheint; ein Theil dieser Masse sinkt später wieder zu Boden und bildet dort ein weissgraues Sediment, ein anderer Theil legt sich an das Glas und bildet dort einen membranösen Ueberzug. Immer scheint diese Kiësteïne nicht im Harne vorzukommen. Sie ist nach Lehmann ein Gemenge von butterartigem Fett, phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak und einer dem Käsestoff ähnlichen Proteinverbindung. Becquerel will bei gesunden Frauen den Urin in der Schwangerschaft nicht von dem normalen abweichend gesehen haben. Donné will eine Verminderung der Kalksalze im Urin beobachtet haben, nach Anderen sollen sie sogar gänzlich darin fehlen. Lehmann fand stets phosphorsauren Kalk im Urin der Schwangeren, obwohl in geringer Menge, dagegen erhielt er aus den feuerfesten Salzen eines solchen Harnes stets weit mehr phosphorsaure Talkerde, als im normalen Harne vorhanden, besonders in den letzten Schwangerschaftsmonaten. Nach Lubansky soll der Harn während der Schwangerschaft weniger freie Säure enthalten, häufig neutral und selbst alkalisch sein; nach Lehmann enthält er frisch gelassen ebenso viele freie Säure, als gewöhnlicher Harn, alkalescirt aber leichter. In der letzten Zeit der Schwangerschaft wird der Harn nach Lehmann und Becquerel häufig blass, anämisch und enthält weniger feste Bestandtheile; er übersteigt nach Becquerel das spezifische Gewicht von 1011 nicht.

Nach Litzmann steht die Bildung der Kiësteïne mit den Umwandlungen in Verbindung, die behufs der Milchsekretion im Blute vor sich gehen, während die Verminderung der Kalksalze durch deren Verwendung zur Ausbildung des Knochensystems im Embryo zu erklären ist.

In Bezug auf die Lungenausdünstung fanden Andral und Gavarret, dass während der ganzen Dauer der Schwangerschaft die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure vermehrt ist.

Eigenthümliche Erscheinungen sind die Knochenablagerungen an der inneren Schädelfläche, die sogenannten Osteophyten, welche Rokitansky beobachtet hat. Da sie weder konstant noch physiologisch erklärt sind, so verweisen wir auf dessen Abhandlungen in den *Oesterreich. medizinischen Jahrbüchern, Bd. XV, S. 4,* und dessen *Pathologische Anatomie, Bd. II, S.* 237.

Die zahlreichen Sympathien im Nervensysteme während der Schwangerschaft zeugen deutlich von dem Antheil, den das ganze Nervensystem an dieser nimmt. Nach Litzmann sind die bemerkenswerthesten Erscheinungen im Bereiche der sensiblen Nerven: Schwindel; Kopf- und Zahnschmerzen, erstere besonders im Hinterkopfe; Hemeralopie; Amblyopie oder Amaurose, die meist erst mit dem Eintritte der Geburt schwinden; Hyperästhesien des N. olfactorius (Geruchsverstimmungen) und des Glossopharyngeus (Geschmacksverstimmungen); vor Allen Hyperästhesien des N. vagus in seinen verschiedenen Zweigen; im Bereiche der motorischen Nerven: ein krampfhafter Husten, der in Paroxysmen auftritt und mit der Geburt schwindet, ohne ein nachweisbares Leiden der Lunge; Nieskrampf; Erbrechen; Verstopfung häufiger als Diarrhöe; bisweilen epileptische Zufälle; im Bereiche der vasomotorischen Nerven: häufiger Wechsel der Gesichtsfarbe; Anschwellung der Thyreoidea; Anschwellung und dunklere Färbung von Muttermälern; Hautausschläge verschiedener Art (s. o.); vermehrte Sekretion der Mundspeicheldrüsen, seltener Salivation des Pankreas; im Bereiche des psychischen Nervensystems: periodische Schlafsucht, auffallende Veränderung in der Stimmung, bald ungewohnter Frohsinn und Heiterkeit, bald ausserordentliche Reizbarkeit, bald andauernde Schwermuth und Neigung zum Weinen, besonders bei jungen, empfindlichen, vollblütigen Erstgebärenden; selbst Manie, z. B. Nymphomanie bei jungen, vollsaftigen, übrigens durchaus keuschen Frauen, die meist nur einige Monate dauert, bisweilen aber auch bis zur Geburt anhält.

Vorgänge im Eie während der Schwangerschaft.

Das Eichen findet den Eingang in die Gebärmutter an der Tubenöffnung durch die Membrana decidua verschlossen, es senkt sich jedoch in dieselbe ein, und stülpt sie bei seinem weiteren Eindringen in die Gebärmutterhöhle um. Dieser umgestülpte Theil wird Decidua reflexa genannt, und ist, so lange das Ei nicht die ganze Gebärmutterhöhle einnimmt, von der Decidua vera durch einen Zwischenraum getrennt, der durch eine eiweissartige Flüssigkeit, Breschets Hydroperione, ausgefüllt ist. An der Umstülpungsstelle, an welcher das Ei frei liegt, bildet sich eine neue der Decidua ähnliche Haut, welche mit der äusseren Fläche der Decidua vera verschmilzt und Decidua serotina genannt wird. Nachdem Decidua vera und reflexa in Berührung gekommen, verschmelzen sie, und diese vereinigte Haut wird durch den Druck des sich vergrössernden Eies dünner.

Die Entwicklung des Eies nach dem Eintritte in den Uterus lassen wir hier nach Litzmanns Darstellung folgen. Nach dem Eintritte des Eies in den Uterus schreitet die Theilung des Dotters fort, es erscheinen Zellen, wahrscheinlich indem die durch Zerklüftung entstandenen Kugeln sich als Kerne mit einer Zellenmembran umgeben. Die Zellen drängen sich an der inneren Fläche der Zona pellucida zu einer Membran zusammen, der sogenannten Keimblase oder dem serösen Blatte, sie platten sich dabei an den einander berührenden Rändern polyedrisch ab, während sie nach Innen noch kuglig erscheinen. Das Ei besteht jetzt aus 2, in einander eingeschlossenen und durch eine Flüssigkeit getrennten Bläschen, der Zona und der Keimblase; es wächst, indem in seinem Innern fortwährend neue Zellen entstehen, nachdem das ursprüngliche Dottermaterial verbraucht ist, durch Stoffaufnahme von Aussen. An dem inneren Bläschen bemerkt man bald einen runden weisslichen Fleck, Keimhügel, Embryonalfleck oder Fruchthof. Er entsteht durch eine dichtere Anhäufung von Zellen und Zellenkernen an dieser Stelle, zwischen denen auch noch kleinere Molecule liegen. An seiner inneren Fläche legt sich eine neue Zellenschicht membranartig an, die bald seine Grenzen überschreitet, und zu einer geschlossenen Blase,

dem inneren oder Schleimblatte, herumwächst, während in dem äusseren oder serösen Blatte die Zellen schon mehr verschmolzen sind. Der Fruchthof nimmt an Grösse zu. Auf der äusseren Fläche der Zona erscheinen kleine unregelmässige Erhabenheiten, durch Ablagerungen von einer körnigen Masse gebildet, noch ohne zelligen Bau, die sich später zu den Zotten des Chorion entwickeln.

An der dem Fruchthofe gegenüberliegenden Seite, bis zum Rande desselben, verwächst das äussere seröse Blatt mit der Zona. Der anfangs runde Fruchthof wird jetzt oval. Er stellt einen äussern, dunklen Ring, die spätere Area vasculosa, dar, der einen helleren Raum, Area pellucida, einschliesst. In der Mitte des hellern Raumes entsteht, der Längenaxe der Ellipse entsprechend, ein lichter Streifen, von zweiseitigen, dunkleren Ansammlungen umgeben, als Anfang des Embryo. Die dunklere Färbung des letztern verdankt nur der dichtern Anhäufung von Zellen und Zellenkernen ihren Ursprung.

Auch über die erste Bildung des Embryo beim Menschen sind die direkten Beobachtungen wenig zahlreich und sehr lückenhaft, und es muss auch hier zur vollständigen Deutung der Vorgänge noch Vieles aus der Entwicklungsgeschichte der Säugethiere entlehnt werden. Der lichte Streifen in der Mitte des hellern Raumes, von Baers Primitivstreifen, stellt nach Reicherts und Bischoffs neueren Untersuchungen eine rinnenartige Vertiefung des serösen Blattes, Primitivrinne, dar; die wulst- oder flächenartigen Ansammlungen zu seiner Seite sind nach Reichert die Uranlagen des zentralen Nervensystems, nach v. Baer und Bischoff dagegen die Anlagen der Körperwandungen. C. Vogt ist jedoch wieder zu der Ansicht v. Baers zurückgekehrt. Sie ändern mit dem Fruchthofe ihre Form, sind oval, so lange dieser es ist, und werden später, wie er, birnförmig und zuletzt guitarrenförmig. Dann nähern sie sich nach Bischoff mit ihren Rändern über der Rinne und verwachsen zu einem Kanale, in dem das Material für das Gehirn und Rückenmark abgelagert wird (Rückenplatten). Ihre Aussenränder fangen an sich nach Unten oder nach Innen, gegen die Höhlung der Keimblase umzubiegen, und bilden so den Anfang der vorderen Leibeswandungen (Bauch- oder Visceralplatten). So schnürt sich der Embryo gegen die übrige Keimblase mit ihrem Inhalte ab, indem er einen entsprechen-

Theil des sogenannten Schleimblattes in seine Höhlung mit hineinzieht. Nach Bischoffs Untersuchungen, die mit den älteren von v. Baer übereinstimmen, entsteht jetzt zwischen dem serösen und dem Schleimblatte noch eine dritte Membran, die sich freilich nur in der Peripherie des Embryo deutlich als solche nachweisen lässt und nur bis an den äussern Rand des dunklen Fruchthofes reicht, das sogenannte Gefässblatt, aus dem sich die Zentralorgane des Gefässsystems entwickeln. Dabei ist jedoch zu erinnern, dass sich das peripherische Gefässsystem in jedem einzelnen Organe gesondert und gleichzeitig mit dessen Elementartheilen aus dem ursprünglichen Blasteme bildet, und erst später mit dem Zentralorgane in Verbindung tritt.

Noch innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Auftreten der Primitivrinne erhebt sich das seröse Blatt an der Grenze der Visceralplatten zu einer Falte, die schnell den Embryo überwächst. Die innere Platte derselben ist die unmittelbare Fortsetzung der Visceralplatten, während die äussere in den mit der Zona vereinigten Theil des serösen Blattes übergeht. Ueber dem Rücken des Embryo stossen die Ränder der Falten von beiden Seiten zusammen und verwachsen hier mit einander. Durch Ansammlung von Flüssigkeit zwischen den beiden Platten, werden sie zuletzt auch in ihrem Schlusspunkte von einander getrennt und abgehoben. Die äussere Platte verschmilzt nun mit dem bisher noch freigebliebenen Theile der Zona pellucida, und beide, Zona und seröses Blatt, stellen in ihrer Vereinigung das Chorion dar. Bischoff sieht in dieser Tendenz des serösen Blattes, mit der Zona zu verschmelzen, die Ursache der Bildung jener Falte, da nur so die vollständige Verschmelzung zu Stande kommen kann, weil der dem freigebliebenen Theile der Zona ursprünglich anliegende Theil des serösen Blattes zur Bildung des Embryo selbst verwandt ist. Die innere Platte erscheint nach ihrer Ablösung von der äussern als ein über dem Rücken des Embryo geschlossener Sack, der vorn in die offne Bauchdecke desselben übergeht, Amnion. Das Amnion liegt anfangs dem Embryo dicht an, später entfernt es sich durch Ansammlung von Flüssigkeit in seiner Höhle, Liquor amnii, immer mehr von demselben. Indem die Bauchwandungen des Embryo sich mehr und mehr einander nähern und schliessen, verkleinert sich auch die

Ursprungsstelle des Amnions bis auf den Umfang des Nabelringes. Indem ferner die durch denselben austretenden Gebilde sich mehr vom Embryo entfernen und stielartig ausziehen, erhalten sie einen scheidenartigen Ueberzug vom Amnion und der Embryo rückt gleichsam tiefer in dieses hinein. Der übrige Theil des Amnion wird bei seinem Wachsthum durch die zunehmende Flüssigkeit in seinem Innern immer dichter an das Chorion angedrängt, und so die gallert- oder eiweissartige, wie mit feinem Spinngewebe durchzogene Masse, die anfänglich den Zwischenraum zwischen beiden Häuten ausfüllt, membranartig zusammengepresst, Membrana media nach Bischoff, die bisweilen irrthümlich für die Allantois gehalten worden ist. Das Amnion ist ursprünglich bei den Säugethieren und Menschen gefässlos. Bei dem Menschen enthält es zu keiner Zeit Blutgefässe, ebenso bei den Nagern, dagegen werden bei den Wiederkäuern, den Dickhäutern und den Fleischfressern demselben später durch die Allantois Gefässe zugebracht. Der Struktur nach schliesst sich das Amnion an die Hautgebilde des Embryo an.

Nach der Bildung des Amnion und der vollständigen Verschmelzung des serösen Blattes mit der Zona zum Chorion schnürt sich der Embryo immer mehr gegen den übrigen, jetzt nur noch von dem Schleim- und Gefässblatt gebildeten Dottersack ab, indem der in seine Leibeshöhlung hineingezogene Theil desselben sich zum Darmrohre entwickelt. Der Dottersack, hier Nabelblase, vesicula umbilicalis, genannt, ist anfangs sehr gross, von rundlicher oder ovaler Gestalt, sitzt unmittelbar auf dem Darme auf und steht mit dessen Höhle in offner und weiter Verbindung. Je mehr aber die ursprüngliche Darmrinne sich schliesst und die Bauchhöhlenöffnung durch Wachsthum der Visceralplatten zum Hautnabel sich verengt, um so mehr zieht sich der Verbindungstheil zwischen dem Darm und der Nabelblase kanalartig aus, bis diese nur noch durch einen dünnen hohlen Stiel, ductus omphalo-mesaraicus, s. vitello-intestinalis, mit dem mittlern, offenen Theile des Darmkanals zusammenhängt. Diese Uebergangsstelle wird Darmnabel genannt. Die Nabelblase enthält eine gelblich weisse, zuweilen selbst dottergelbe Flüssigkeit, in der zahlreiche Fetttröpfchen und Kügelchen schwimmen; so lange der Stiel offen ist, lässt sich der Inhalt durch Druck in den Darm entleeren.

Nach v. Baer besteht die Nabelblase aus zwei Blättern, einem äusseren Gefäss- und einem inneren Schleimblatte, welches letztere häufig, wie bei den Vögeln, Falten und zottige Vorsprünge an seiner Innenfläche zeigt. Nach Wagner gelingt es selten, ein Gefässnetz äusserlich wahrzunehmen; dieses bildet rhomboidale Maschen und überzieht die ganze Oberfläche. Viel öfter gelingt es, Blutgefässe am Stiele zu entdecken, vasa omphalo-mesaraica, eine Arterie, die von der Aorta kommt und über die Darmschlinge wegläuft, und 1 oder 2 Venen, die zur Hohlvene zurückgehen. Bei den Säugethieren erreicht die Nabelblase oft eine beträchtliche Grösse, bei den Menschen ist sie ursprünglich sehr klein, mit lang ausgezogenem Stiele. Bei der Vergrösserung des Amnion liegt sie als ein birnförmiges Körperchen zwischen Chorion und Amnion; der Stiel obliterirt schon im 2. Monate zu einem dünnen Faden, der sich bis zum Ende der jetzt noch im Nabelstrange liegenden Darmschlinge verfolgen lässt. Das Bläschen verkümmert, nachdem es eine Grösse von 4 bis 5‴ erreicht hat, ebenfalls und ist gewöhnlich im 3. Monate verschwunden. Bisweilen gelingt es jedoch noch lange, Gefässe und den Ueberrest seiner Verbindung mit dem Darme zu entdecken, ja man findet es selbst noch an der Nachgeburt reifer Embryonen, zwischen Chorion und Amnion, an der Insertionsstelle des Nabelstranges in die Placenta, als ein zusammengefallenes Bläschen, von dem ein dünnes Fädchen bis in den Nabelstrang verläuft.

Während der Embryo sich unter Bildung des Darmrohres gegen den Dottersack und die Nabelblase abschnürt, wächst an dem untern, bereits abgeschnürten Endtheile desselben eine rundliche, später birnförmige Blase, die Allantois oder Harnhaut, hervor. Sie entsteht nach v. Baer, Valentin und Wagner als eine hohle Ausstülpung des sich entwickelnden Endstückes vom Darmrohre, nach Reichert dagegen entwickelt sie sich beim Hühnchen in der Form zweier kleiner, solider Erhabenheiten am Ende der Wolffschen Körper und in Verbindung mit deren Ausführungsgängen, die mit einander verschmelzen und sich in ein Bläschen umwandeln. Nach Bischoff ist sie eine Wucherung der Visceralplatten des Schwanzes, als eine anfangs solide, gefässreiche Zellenmasse, die noch vor der Bildung des Darmes und der Wolffschen Körper entsteht, sich später zur

Blase entwickelt und auf eine unbekannte Weise mit dem Darme und den Ausführungsgängen der Wolffschen Körper in Verbindung tritt. Ihre Gefässe sind 2 Art. umbilicales, als Aeste oder Fortsetzungen der Arteria hypogastrica und eine Vena umbilicalis, die mit 2 Aesten in die Pfortader und durch den Ductus venosus Arantii in die untere Hohlvene sich versenkt. Durch die fortgesetzte Schliessung der Visceralplatten wird die Allantois in eine innere und äussere Abtheilung getrennt. Die innere erweitert sich, indem sie sich vom Darmkanale abschnürt, zur Harnblase, und hängt durch einen engern Gang, den Urachus, der durch den Nabelring hindurchgeht, mit der äussern Abtheilung zusammen. Diese, oder die Allantois im engern Sinne, wächst nun gegen das Chorion hin und verschmilzt mit dieser Membran, indem sich die Gefässe in sie und die Zotten ihrer Aussenfläche hineinbilden. Gegenüber entwickelt sich die Schleimhaut des Uterus mit ihren Gefässen auf eine eigenthümliche Weise, und durch das Ineinandergehen beider entsteht die Placenta. Der Zweck der Allantois ist überall, Gefässe an das Chorion zu bringen, im Uebrigen zeigt sich in den verschiedenen Thierklassen ein verschiedenes Verhalten. Bei den Wiederkäuern und Dickhäutern dehnt sie sich sehr in die Länge, sprengt das Chorion an seinen beiden Enden, und wächst selbst noch ein Beträchtliches über dieselben hinaus; alsdann heben sich die Gefässe von ihr ab und wuchern in das Chorion hinein, treten zum Theil auch an das Amnion, wo sie über dieses hinweggehen, und nur ein gefässloser Sack bleibt mit dem Urachus in Verbindung. Bei den Fleischfressern wächst die Allantois sehr stark und drängt die Nabelblase zur Seite, mit ihrem einen Blatte geht sie über den in seinem Amnion liegenden Embryo und die Nabelblase herab, das andere legt sich rund herum an die innere Fläche des Chorions an, ohne jedoch in die zottenlosen Pole des Eies hineinzugehen. Auch hier erhält das Amnion, wo es von der Allantois überzogen wird, Gefässe von ihr. Bei den Nagern bleibt die Allantois stets als Blase erkennbar, sie nimmt zwar auch an Umfang zu, legt sich aber nur an die eine Seite des Chorions an, während der übrige Theil desselben Gefässe von der Nabelblase bekommt, die sich jedoch nicht in die hier schwindenden Zotten hineinbilden. Beim Menschen ist das Wachsthum der Allantois noch mehr als

bei den Nagern beschränkt. Denn die besonders von Velpeau vertheidigte, aber nicht auf Beobachtungen begründete Ansicht, dass die Allantois hier schnell um den ganzen Embryo herumwachse und dann das äussere Blatt mit dem Chorion, das innere mit dem Amnion verschmelze, ist offenbar unrichtig, da das Amnion stets gefässlos ist und die Nabelblase frei zwischen Chorion und Amnion liegt. Bei Embryonen von 14 Tagen bis 3 Wochen sieht man die Allantois, als ein birnförmiges Bläschen, aus dem hintern Darmende durch die weite Bauchhöhlenöffnung neben der Nabelblase hervortreten. Etwas später findet man sie an das Chorion angelegt und durch einen breiten offnen Gang mit der Kloake zusammenhängend. Mit der Schliessung der Visceralplatten obliterirt dieser Gang mehr und mehr, an der Anheftungsstelle heben sich die Gefässe von der Blase ab und bilden sich in das Chorion und dessen Zotten hinein, die Blase selbst ist in der 4. Woche in der Regel verschwunden und nur der Urachus der Harnblase, als ein bis in den Nabelstrang zu verfolgender Faden, ihr Rudiment. Wagner fand jedoch oft noch später den Urachus als einen durch Aufblasen zu erweiternden Gang.

Die Veränderungen, welche in dem Chorion durch die Anlegung der Allantois entstehen, sind für den Fötus die wichtigsten. Das Chorion ist an seiner Innenfläche glatt, an seiner äussern mit Zotten bedeckt. Diese bestehen anfangs aus einer feinkörnigen Masse, die durch Tränkung vom Uterus aus zunimmt und in welcher sich alsdann Zellen entwickeln. Bei fernerem Wachsthum greifen die Zotten immer tiefer in die Decidua reflexa und an der Uterinseite des Eies in die Serotina hinein. Später legen sich die Gefässe der Allantois an die letztere Stelle an, diesen entgegen bildet sich ein Capillargefässsystem aus den Zellen der hier befindlichen Zotten, und beide treten in Verbindung. Der übrige Theil des Chorions mit seinen Zotten bleibt nach Bischoff gefässlos, nach Wagner erhält er anfangs ebenfalls Gefässe, die mit den Zotten in die Reflexa hineinwachsen, aber bald verkümmern. Das Chorion ist nach Bischoff eine einfache und gleichförmige Membran, wie die Zona, durch deren Verschmelzung mit dem serösen Blatte es entstand. Erst später, nach Anlegung der Gefässe, sollen Zellen und Zellenkerne in ihm sichtbar werden, wie Breschet und Gluge beim Hunde beobachteten. Beim

Menschen, wo die Gefässe sich nicht über die Placentastelle verbreiten, soll dieses nicht der Fall sein, und das Chorion stets eine durchaus gleichförmige Struktur zeigen. Nach Wagner dagegen ist es aus Zellen, den Pflanzenzellen ähnlich, mit deutlichen grossen Kernen, zusammengesetzt, die in den Zotten überdies noch einen körnigen Inhalt besitzen. Litzmann fand das Chorion im 2. Monate von undeutlich gefasertem Ansehen, ohne nachweisbare Fasern, mit theils runden, theils länglichen oder halbmondförmigen Kernen bedeckt. Die Membran der Zotten zeigte dieselbe Struktur, nur waren die Kerne zahlreicher und immer in die Längsrichtung der Zotten gestellt. Sie war nach Aussen mit einer mehrfachen Lage schwach granulöser Zellen mit hellen runden Kernen bekleidet, die sich in dem leicht mazerirten Präparate ohne Schwierigkeit als eine kontinuirliche Schicht ablösen liess. Bei den Kühen sind die Placentarzotten des Chorion an ihrer Aussenfläche mit einer mehrfachen Lage von grossen runden Zellen mit Kernen und einem gelben kugligen Inhalte bedeckt, die auf dem glatten Theile des Chorion zwar ebenfalls, aber nur in einer einfachen Schicht vorhanden sind. Beim Schweinefötus will Schwann auf der äusseren Fläche des Chorions eine dem Zylinderepithelium des Darmes ähnliche Zellenschicht gefunden haben.

An der Uterinseite des Eies, da wo sich die Gefässe der Allantois an das Chorion angelegt und in die Zotten hineingebildet haben, entwickelt sich nun die Placenta. Die Zotten wachsen hier weiter fort, während sie an dem übrigen Theile des Chorions zwar nicht verschwinden, aber bei dem raschen Wachsthume desselben mehr und mehr auseinander rücken, so dass die Oberfläche des Chorions glatt erscheint. Bisweilen findet man sie noch am Ende der Schwangerschaft, besonders in der Nähe der Placenta, als verzweigte, sehnig-aussehende Fäden, die mit breiterer Basis vom Chorion entspringen und in die Substanz der Decidua eingesenkt sind. Das Wachsthum der Zotten an der Placentarstelle geschieht in der Weise, dass sich jede Zotte in ein dichtgedrängtes Bäumchen von Aesten und Reiserchen verzweigt. In jedes Zottenbäumchen tritt ein Stämmchen einer Nabelarterie ein, das sich in ebenso viele Aeste und Zweige als die Zotte spaltet, und dessen kapilläre, $^1/_{100}$ bis $^1/_{120}'''$ dicke, selten dünnere Zweige in den

Endreiserchen der Zotte sich schlingen, sodann in kapilläre Venen umbiegen, die sich dann in umgekehrter Richtung zu einem aus der Zotte austretenden Venenstämmchen sammeln. Die Haargefässe bilden in den Endreiserchen der Zotte meist nicht eine einfache Schlinge, sondern schlängeln sich in mehrfachen Schleifen hin und her, oft knäuelartig, wie in den Malpighischen Körperchen. Die Schleifen sind nach Weber und Bischoff häufig durch Kommunikationszweige unter sich verbunden, was Litzmann nur in kranken Placenten gesehen hat. Jedes Endreiserchen der Zotte, in welches ein Haargefäss eintritt, besteht aus einer zarten Membran, die jedoch nach Litzmann nicht unmittelbar am Gefäss anlag.

Dem stärkern Wachsthume der Chorionzellen an der Anheftungsstelle der Allantois entsprechend, entwickelt sich von der Uterinfläche aus der hier befindliche Theil der Decidua, decidua serotina, mit seinen Gefässen ebenfalls stärker. Nach Weber verzweigen sich die Arterien, die aus dem Uterus in die die Placenta umhüllende Decidua eindringen, nachdem sie durch diese Haut hindurchgegangen sind, nicht mehr, sondern spalten sich nur in der Decidua noch in wenige Zweige und gehen dann sogleich in ein kolossales, dünnwandiges Gefässnetz über, das alle Zwischenräume zwischen den Zweigen der Chorionzotten ausfüllt, und aus dem die austretenden Uterinvenen wieder hervorgehen. Das Lumen dieser Gefässe ist zu weit, um sie Haargefässe nennen zu können, jedoch nicht weiter als das der Arterien, aus denen sie entspringen. Ihre Wandungen bestehen nur aus einer zarten Haut, die sich durch Präparation nicht darstellen lässt und eine Fortsetzung der innern Haut der Uteringefässe ist, der übrige Theil ihrer Wand wird von der Substanz der Decidua gebildet, die jedes Chorionbäumchen überzieht. Die innere Haut der Blutgefässe tapezirt alle Zwischenräume zwischen den Verzweigungen des Bäumchens aus, und alle Endreiserchen der Zotte ragen in die das Mutterblut führenden Kanäle hinein und werden von dem Mutterblute umspült. Das mütterliche Gefässnetz durchdringt die Placenta durch und durch bis an die Fötaloberfläche. Bei der Trennung der Placenta vom Uterus werden die Uteringefässe beständig an ihren Ein- und Austrittsstellen zerrissen, und beide, die gefässreichen Zottenbäume des Chorions und das zwischen sie eingesenkte und vom Uterus losgerissene

Gefässnetz der Mutter, stellen in ihrer innigen und unlösbaren Vereinigung die Gesammtmasse der Placenta dar. Zwischen den mütterlichen und kindlichen Gefässen findet kein unmittelbarer Zusammenhang statt, und wenn fast konstant Injektionsmassen übergehen, so geschieht dieses in Folge einer Zerreissung.

Bei den Säugethieren ist das Verhältniss der mütterlichen und kindlichen Gefässe in der Placenta ein anderes, als das eben angegebene beim Menschen. Hier stecken die Gefässzotten des Fötus in den gefässreichen Scheiden der Placenta uterina nur wie Wurzeln, und beide Kapillargefässe berühren sich und tauschen Stoffe aus. Die Placenta uterina wird entweder von der in Form sogenannter Kotyledonen entwickelten Uterinschleimhaut mit ihren Drüsen gebildet, oder von einer besondern und von der Schleimhaut des Uterus verschiedenen Gefässhaut, deren gefaltete Blättchen aufs Innigste zwischen die Blättchen der Fötalzellen eingeschoben sind. Die Form der Placenta ist bei den verschiedenen Ordnungen der Säugethiere verschieden; die Zotten sind bald über die ganze Oberfläche des Chorions zerstreut, wie bei den Schweinen, Einhufern, Kameelen, Cetaceen; bald bilden sie einen zottigen Gürtel um das Ei, wie bei den Raubthieren, bald sind sie zu einzelnen, zerstreut auf dem Chorion aufsitzenden Gefässkuchen verbunden, wie bei der Mehrzahl der Wiederkäuer, bald nach Art der Placenta des Menschen zu einem einzigen, einer Seite des Chorion aufsitzenden Gefässkuchen verbunden, wie bei den Nagern. Auch die Form der einzelnen Zotten und die Art, wie Uterus- und Fötaltheil ineinander greifen, zeigt sich verschieden; konstant ist jedoch die Juxtaposition zweier Kapillargefässsysteme, deren jedes von seiner Scheide getragen wird. Nur bei den Beutelthieren und Monotremen fehlt die Placentaverbindung des Eies mit dem Uterus ganz.

An dem ausgebildeten Eie sitzen von Aussen nach Innen: Decidua, Chorion mit Placenta und Amnion, durch den Liquor amnii vom Fötus getrennt. Das Amnion liegt dem Chorion dicht an, schlägt sich an der Insertion des Nabelstranges in das Chorion auf dieser als Nabelstrangscheide um, und geht am Nabel in die Haut des Fötus über. Der Nabelstrang entsteht schon gegen Ende des 1. Monats durch die fortgesetzte Abschnürung des Embryo gegen die zu seiner Bauchhöhlen-

öffnung austretenden Gebilde und die stielartige Ausziehung der letzteren; er nimmt im Verlaufe des Fötuslebens an Länge zu. In ihm befinden sich, von der Amnionscheide eingeschlossen und durch eine zellgewebige, mit einer klaren, eiweissartigen Flüssigkeit getränkte Masse zusammengehalten, die Ueberreste des Ductus omphalo-mesaraicus und der Vesicula umbilicalis, die Rudimente der Allantois, der Urachus und die Nabelgefässe, 2 Arterien und 1 Vene.

Entwicklung des Embryo während der Schwangerschaft.

Was die Entwicklung des Embryo selbst betrifft, so ist die erste Entstehung desselben schon oben angegeben. Die Entwicklung des Fötus in seinen einzelnen Systemen und Organen ist in neueren Zeiten besonders durch v. Baer, Bischoff, Valentin u. A. erforscht worden, und stellt einen besondern Zweig der Anatomie dar. Wir müssen uns darauf beschränken, die Hauptmomente der Entwicklungsgeschichte, wie sie Valentin in seiner Physiologie zusammenstellt, hier mitzutheilen.

Die erste Bildung des Embryo ist noch nicht bestimmt dargethan. v. Baer nahm einen Primitivstreifen, Coste, Delpech, Reichert und Bischoff nahmen nur eine Furche an. C. Vogt kehrte, nach den an Fischen angestellten Untersuchungen, wieder zu der Ansicht v. Baers zurück.

Es treten 2 Längenwülste, die Rückenplatten, laminae dorsales, hervor, zwischen denen eine Furche oder Rinne dahinläuft. Sie erheben sich immer mehr, wachsen mit ihren Rändern wechselseitig entgegen und vereinigen sich endlich, so dass sie einen Kanal, in dem sich bald darauf die Anlagen des zentralen Nervensystems schärfer ausprägen, einschliessen. Die Masse, die sich nach Innen zur Herstellung der Rückenplatten verdickt hat, geht von da in 2 hautartige, dichtere, sich allmälig verlaufende Blätter, die Bauchplatten, laminae ventrales, über. Die Rückenplatten schliessen sich zuerst in ihrem mittlern Verlaufe, wo der längliche Fruchthof seinen geringsten Querdurchmesser darbietet. Die vollkommenere Kanalbildung, die Erzeugung des Mark- oder Medullarrohres, schreitet dann nach vorn und nach hinten weiter vor. Während aber jenes eine zylindrische Gestalt längs des grössten Theiles des künf-

tigen Rückenmarks darbietet, dehnt es sich vorn frühzeitig aus und bildet zunächst 3 hintereinander liegende, allmälig in einander übergehende Erweiterungen, die primitiven Hirnzellen. Da sich der Kopftheil schärfer abschnürt und nach unten umbiegt, so liegen sie nicht mehr in ein und derselben geraden Ebene ausgebreitet.

Mit dem fernern Wachsthum vergrössert sich die Zahl der Einbuchtungen, so dass man 5 Hauptabtheilungen, das Vorder-, Zwischen-, Mittel-, Hinter- und Nachhirn unterscheidet. Der zylindrische Theil des Markrohres, der dem Rückenmarke entspricht, erweitert sich an seinem hintersten Ende rautenförmig, Sinus rhomboidales.

Bei der fernern Entwicklung des zentralen Nervensystems zeigen sich besonders folgende Erscheinungen. Die Markröhre enthält im Anfange eine Flüssigkeit, welche die Innenfläche der Rückenplatte unmittelbar zu berühren scheint. Hüllen, die den Gehirn- und Rückenmarkhäuten entsprechen, treten erst etwas später hervor. Eine dichtere Masse setzt sich zugleich als die erste Anlage der eigentlichen Nervensubstanz ab, und lagert sich fast durchgehends an beiden Seiten symmetrisch ab. Einfurchungen, die nach und nach immer tiefer werden, führen dann an vielen Orten zu schärferen Sonderungen; das Vorderhirn theilt sich in die beiden Grosshirnhalbkugeln, während die Grenze der Einsenkung zur Grundlage des Balkens und der unter ihm liegenden Theile wird. Eine ähnliche Bildung sondert das Zwischenhirn und die Sehhügel; die hintere Kommissur bezeichnet hier noch die Verbindungsbrücke. Eine mittlere Längseinsenkung, der eine quere nachfolgt, erscheint an dem schon grösstentheils dicht gewordenen Mittelhirn, um die Vierhügel herzustellen.

Die einzelnen Hirnbläschen liegen im Anfange reihenweise hintereinander, welches Verhältniss sich um so reiner erhält, je niedriger das Wirbelthier steht, und verwischt sich um so mehr, je näher es dem Menschen steht. Hier entwickelt sich das grosse und kleine Gehirn im Verhältniss zu den Seh- und Vierhügeln und dem verlängerten Marke beträchtlich, und wächst über diese Theile beträchtlich hinüber. Das kleine Gehirn, das zuerst als eine Markplatte in der Gegend der Oberseite des früheren Hinterhirnes hervortritt, geht auf diese Weise bei seiner ferneren Massenaufnahme über die Rauten-

grube, die aus dem Nachhirn entsteht, herüber. Die Halbkugeln des grossen Gehirns des menschlichen Embryo überschreiten den Bezirk der Sehhügel im 3. bis 4., den der Vierhügel im 4., und den des kleinen Gehirnes im 5. bis 6. Schwangerschaftsmonate, bis sie sich endlich im 7. über dieses vollkommen ausgebreitet haben.

Aus der Entwicklung des peripherischen Nervensystems kennt man bis jetzt nur wenige unzusammenhängende Bruchstücke. Knoten, die schon frühzeitig angelegt werden, wie die der hinteren Rückenmarkswurzeln oder des Grenzstranges des Sympathicus und vorzüglich der Gassersche Knoten, haben im Anfange einen verhältnissmässig sehr beträchtlichen Umfang. Von den Hirnnervenwurzeln haben manche ursprünglich einen andern Verlauf.

Die Rückensaite, chorda dorsalis, die den Vorläufer des Wirbelsäulensystems bildet und sich in den erwachsenen niedersten Fischen erhält, tritt bald nach der Erhebung der Rückenplatten hervor. Sie geht in einer gewissen Tiefe unter dem Markrohre der Länge nach in der Mitte dahin, verläuft längs der ganzen künftigen Wirbelsäule, dringt aber nur in den Hinterhauptstheil des Schädels ein. Anfangs ist die Rückensaite eine Zellenmasse, später sondert sich eine Hülle ab, und die Zellen erleiden durchgreifende Veränderungen. Mit der Bildung der Wirbelkörper wird die Masse immer mehr eingeengt, verschmälert sich zunächst an den den Wirbelkörpern selbst entsprechenden Stellen und geht hier endlich ganz verloren.

Die ersten Anlagen der Wirbelkörper zeigen sich als paarige, viereckige Massenanhäufungen, vergrössern sich allmälig und wachsen einander entgegen. Dichtere Massenanhäufungen wuchern nach oben, als Grundlagen der Wirbelbogen, und nach den Seiten, als Grundlagen der Querfortsätze; die Dornfortsätze entstehen nachträglich als Strahlen, die von den Nahtstellen der Bogen ausgehen. Die schiefen Fortsätze bilden das Ergebniss der Formausarbeitung der Wirbel. Zuerst verknorpeln diese Theile, dann tritt Knochenmasse auf, doch wird der Verknöcherungsprozess erst nach der Geburt vollendet.

Die vordersten Theile der Rückenplatten liefern im Anfange häutige Kapseln, für die in ihnen eng eingeschlossenen

Hirnzellen. Die Massenverdichtung beginnt auch hier an der Vorderseite, d. h. an der späteren Schädelgrundfläche. Das Blastem, welches die Grundstücke des Hinterhauptes andeutet, verdrängt das vordere Ende der Rückenseite, die Anlage des Felsenbeines schiebt sich wie ein Keilstück ein. Während diese hinteren Stücke der Schädelgrundfläche bis nahe an die Gegend des künftigen Keilbeinkörpers reichen, setzt sich die Massenanhäufung in ungleichem Grade nach vorn hin weiter fort. Rathke beschrieb in dieser Hinsicht 2 seitliche Schädelbalken, die sich vorn wieder an einander legen, und einen dritten unpaaren, um den sich das Gehirn herumkrümmt, und der später wiederum verschwinden soll. Die Verknorpelung greift auch hier immer mehr um sich, und führt zu dem von Jacobson so genannten Primordialschädel, einer Knorpelkapsel, zum Theil dem künftigen Schädel gleich. Die Knochen des Schädels bilden sich auf 3 Arten, die eine erzeugt sich aus der knorpligen Schädelkapsel, die zweite breitet sich über deren Oberfläche aus und verdrängt sie grösstentheils, die dritte legt sich an die härteren Nachbargebilde an, vereinigt sich durch Ablagerung und Nahtbildung.

Die Wirbelsäule und der Schädel bilden eine fortlaufende, zur Einhüllung des zentralen Nervensystems bestimmte Röhre, die man als oberes Zentralrohr oder Markrohr bezeichnet. Die Bauchplatten rollen sich ebenfalls nach unten zu ein, führen zur Ausbildung des Gesichtes, des Halses, der Brust und Bauchwände. Es erzeugt sich auf diese Weise ein unteres Zentralrohr oder ein Visceralrohr. Eine Hautdecke, das Hautrohr oder die Umhüllungshaut geht über die Gesammtmasse des Embryo hin und umschliesst die beiden Zentralröhren, nebst den an ihnen haftenden Blastemen.

Haben sich die Bauchplatten nach unten umgebogen und durch ihre Einrollung abzuschnüren angefangen, so erzeugen sich vorn paarige, wechselseitig geschiedene Massenfortsätze, die von dem Schädel und dem obersten Theile des spätern Halses rippenartig ausgehen; es sind dieses die Kiemen- oder Visceralfortsätze, von denen bei Säugethieren 4, bei Vögeln 5 vorhanden sind. Die vordersten von ihnen haben sich aber schon bedeutend entwickelt, wenn die hintersten stärker ausgebildet werden. Die zwischen ihnen befindlichen, streifenförmigen und durchgehenden Lücken heissen Kiemen- oder

Visceralspalten, fissurae bronchiales s. viscerales. Haben sich die beiden entsprechenden Fortsätze vorn in der Mittellinie vereinigt, so nennt man einen jeden der auf diese Weise entstandenen Halbgürtel einen Kiemenbogen oder Visceralbogen, arcus bronchialis oder visceralis, welcher Ausdruck schon häufig für die Visceralfortsätze selbst gebraucht wird.

Der erste Visceralbogen hat eine besondere Wichtigkeit für die Entwicklung einzelner Theile des Gesichtes und des Gehörganges, der zweite und dritte für dieses und das Zungenbein. Es senkt sich nämlich äusserlich eine hautartige Masse, der Stirnlappen oder der Stirnfortsatz, processus frontalis, hinter dem die inneren Geruchswerkzeuge entwickelt werden, von dem Uebergang der Schädelgrundfläche in die Stirnwand hinab. Es erzeugt sich dann zwischen ihm und dem ersten Kiemenbogen ein von diesen ausgehender Fortsatz, der sich ihm bei dem Fortschritte der Kopfbeugung paralleler richtet, deshalb den Schein einer Kiemenspalte bei grösserer Annäherung leicht herbeiführt, und mit dem Stirnlappen und dem Schädel in Verbindung tritt. Diese Masse heisst auch Oberkieferlappen oder Oberkieferfortsatz, processus maxillaris superior; der Stirnfortsatz, die beiden Oberkieferfortsätze und die beiden zusammengetretenen ersten Visceralfortsätze lassen dann eine weitere Oeffnung, den Eingang in die Visceralhöhle, übrig. Er bildet später eine ausgedehnte Mündung, die sich oben in 2 durch ein weiches, verschmolzenes, paariges Zwischenstück oder die innere Abtheilung des Stirnlappens getrennte Lücken, die künftigen Nasenhöhlen, fortsetzt. Die Letzteren schliessen sich auch dann unten, während sie nach Innen zu Querleisten von den Oberkieferfortsätzen aus entwickeln, mit dem Mittelstücke zusammenstossen, und so den früher einfachen Eingang in die Visceralhöhle, in die Nasenhöhlen und Mundhöhle trennen. Ein Zwischenkieferstück keilt sich auf diese Weise zwischen den beiden Oberkieferstücken ein.

Ein Knorpelstreifen, der Meckelsche Fortsatz, entsteht jederseits im Innern des ersten Visceralbogens. Das an seiner Aussenseite abgelagerte Blastem hingegen verwandelt sich in den Unterkiefer. Der hintere Theil der ersten Visceralspalte geht in den äusseren Gehörgang, die Trommelhöhle und die Eustachi'sche Trompete über. Der Griffelfortsatz, das Griffelzungenbeinband und das vordere Horn des Zungenbeines, und

nach Einigen der Steigbügel, bilden sich aus dem Bereiche des zweiten, und der Körper nebst dem hintern Horne des Zungenbeines aus dem dritten Visceralbogen, während die ihnen entsprechenden Visceralspalten sich schliessen und ein Theil der übrigen Masse mit dem letzten Visceralbogen zur Bildung des Halses verwendet wird.

Die verdickten Bauchplatten lassen im Anfange eine weite Spalte offen, durch die das Herz und ein Theil der Unterleibseingeweide hervortreten. Sie schliessen sich später vorn und hinten. Die Rippen und das Brustbein setzen sich dann als nachfolgende Wucherungen ab, und zwar das letztere in paarigen Anlagen, die von vorn nach hinten allmälig verschmelzen. Es erhält um die Mitte der Schwangerschaft eine Reihe von Knochenablagerungen, die sich später rosenkranzartig zusammenfügen.

Die Anlage der Extremitäten tritt an der Grenze des obern und des untern Zentralrohres auf. Es wächst hier nämlich jederseits ein warzenartiges, von dem Hautrohre überzogenes Gebilde vorn und hinten hervor. Eine Einschnürung sondert es bald in ein freies, sich binnen Kurzem abplattendes Endstück, das Endglied, und eine mit dem übrigen Körper verbundene, rundere und tiefere, nach Innen reichende und hier sich verdickende Abtheilung, das Rumpfglied. Die vorderen Extremitäten pflegen hierbei den hinteren etwas voranzueilen. Das eine ziemlich dicke Platte darstellende Endglied zeigt dann 5 dichtere Längenaufwulstungen, die durch 4 dünnere Schichten getrennt werden. Die Finger und Zehen werden auf diese Weise angedeutet, sind aber noch hautartig verbunden. Nachdem sich später Rumpf- und Endglied stärker eingeknickt haben, zieht sich an ihnen das Mittelglied, nämlich Vorderarm und Unterschenkel, aus. Es haben sich aber auch schon indess die Gürtel oder die Verbindungen mit dem Rumpfe, Schlüsselbein, Schulterblatt und Becken erzeugt. Die 3 Hauptstücke jeder Extremität verlängern und gliedern sich in der Folge schärfer und nehmen nach und nach ihre eigenthümlichen Formen an.

Die Verknöcherung der meisten Skelettheile beginnt schon im Laufe des Fruchtlebens, und zwar in manchen Abschnitten sehr frühzeitig, so im Schlüsselbein, dem Unterkiefer, dem Oberkiefer, dem Schulterblatt, den Knorpeln des Ober- und

Vorderarmes und des Ober- und Unterschenkels. In den Hand- und Fusswurzelknochen zeigt sich die Verknöcherung hingegen sehr spät.

Viele Muskeln entsprechen im Anfange der durch die Wirbel bedingten Längensymmetrie in höherem Grade, als später. Die Gürtelstücke der Extremitäten bedingen es auch, dass sich ihnen entsprechende Muskelmassen und die tieferen Muskelgebilde der beiden Zentralröhren anlegen. Die Haut, die zuerst glatt und dünn erscheint, trägt schon früh an ihrer Oberfläche eine Zellenschicht, welche die zarten Innentheile vor den schädlichen Einflüssen des Schafwassers bewahrt. Sie sondert sich dann entschiedener in die Oberhaut, die mit hren Tastwärzchen versehene Lederhaut und das Unterhautzellgewebe, in dem sich nachträglich einzelne, sich später häufende Fettzellen ablagern. Sind die feinen Haare, die Wollhaare, lanugo, hervorgebrochen und die Hautdrüsen im Innern gebildet, so zeigt die Haut des Fötus eine Menge der regelmässigsten Wirbellinien, die gleichsam eine zierliche Tätowirung bedingen. Die Einfalzung, welche die Nägel begrenzt, tritt schon im dritten Monate auf. Die Hautabschuppung und die Thätigkeit der Talgdrüsen liefern einen Ueberzug, die Käseschmiere, die von der Mitte der Schwangerschaft an deutlicher bemerkt wird.

Baer liess die beiden Augen als getrennte blasige Ausstülpungen des späteren Zwischenhirnes hervortreten. Die hohlen Verbindungsstiele entsprachen dabei den Sehnerven. Huschke hingegen gab an, dass beide Augen von einer einfachen, von dem Vorderende der Rückenplatten begrenzten Einbuchtung ausgehen. Diese erhält dann eine blasige Auftreibung und schnürt sich beiderseits immer mehr brillenartig ab. Die 2 mit dem Gehirn in Verbindung stehenden Augenkugeln weichen nach und nach weit auseinander. Nur das Chiasma des Sehnerven deutet noch später die mittlere Verschmelzung an. Wie sich die harte Haut und tiefere Gefässhüllen am Hirn erzeugen, so kehren dann auch die Sclerotica und die Aderhaut, an der sich die Pigmentzellen erst nachträglich absetzen, im Auge wieder. Wie die Nervenmasse an den Wänden des Markrohres niedergeschlagen wird, so wiederholt sich etwas Aehnliches für die Netzhaut und den seine Höhlung immer mehr ausfüllenden Sehnerven. Die Linse geht

nachher aus einer eigenthümlichen Veränderung des vordern freien Theiles der Augenblase und zwar des Bezirkes der spätern Hornhaut hervor. Es bildet sich nämlich hier nach Huschke eine Einstülpung, deren Ausgangsmündung nach und nach verengt und endlich vollkommen geschlossen wird. Der so erzeugte Sack entspricht der Linsenkapsel. Sein Inhalt geht in die Linse über, der Glaskörper bildet einen hinter der Linsenkapsel gelegenen Halbmond, der anfangs verhältnissmässig klein, später immer mehr wächst und die sehr dicke Netzhaut zurückdrängt. Das Auge sehr junger Embryonen zeigt schon eine Pupille, die von einem sich bald schwarzfärbenden Rande umgeben wird. Diese rührt aber nicht von der Regenbogenhaut, die dann mangelt, sondern von der vorstehenden Aderhaut her. Die letztere besitzt unten und innen einen ungefärbten Streifen, den sogenannten Spalt des Auges, der später verloren geht. Die Regenbogenhaut entsteht erst nachträglich. Ihr Hervortreten und ihre fernere Ausbildung ändern die Beziehungen der die Linsenkapsel bekleidenden Blutgefässe.

Das Gehörwerkzeug erscheint zuerst als eine gestielte Blase, zwischen dem Hinter- und Nachhirn aus der Markröhre hervortretend. Das Bläschen entspricht dem Gehörsacke, und der hohle Stiel dem Gehörnerven. Jenes erzeugt zuerst die halbzirkelförmigen Kanäle, die ihm im Anfange nahe liegen, und etwas darauf die Schnecke, während die Blastemmasse des spätern Felsenbeines das Ganze umhüllt. Das Labyrinth wird auf diese Weise gleichzeitig vollendet. Im 3. bis 4. Monate entspringt ein eigenthümlicher dünner Knorpelstab, der Meckelsche Fortsatz, an dem Hammerkopfe, geht hinter dem Trommelfellringe hindurch und verläuft dann in einer nach Innen gelegenen Rinne des Unterkiefers, bis zur Mittellinie desselben, immer feiner werdend. Das äusserste Ende desselben verschmilzt dann mit dem Schädel; ein mittleres Stück liefert die Grundlage für den Steigbügel und den langen Fortsatz des Amboses, dessen kurzer Fortsatz mit dem 2. Visceralstreifen zusammenhängt. Die übrige Knorpelmasse geht dann in den Hammer und den Meckelschen Fortsatz über. Die Knorpelgerte schwindet übrigens von der Mitte des Unterkiefers nach dem Hammer zu, und verliert sich schon vor der Geburt. Hammer, Ambos und Steigbügel sind in der Hälfte

des dritten Monates vollkommen knorpelig und einige Wochen später verknöchert.

Der hintere Winkel der äusseren Kiemenspalte schliesst sich nur durch eine dünne Masse, die dem künftigen, von dem Trommelringe umgebenen Paukenfelle entspricht. Der nach Innen gelegene Abschnitt der Kiemenspalte verlängert sich später mit seinen angrenzenden Wänden, um in die Paukenhöhle und Eustachi'sche Trompete überzugehen. Das Paukenfell liegt im Anfange frei, doch etwas vertieft und gleichsam in einem sehr kleinen Rudimente eines äusseren Gehörganges vergraben. Das äussere Ohr entsteht aus einem Walle, der die eben erwähnte erste Andeutung des Gehörganges theilweise umringt. Seine Form, seine Erhabenheiten und Vertiefungen werden im Laufe des dritten Monates sichtlicher hervorgebildet.

Die Geruchswerkzeuge bieten im Anfange 2 mit dem Gehirn in Verbindung stehende Geruchsbläschen dar. Ein Paar Einbuchtungen, die ihnen dann entgegentreten, sind die ersten Andeutungen der Nasenhöhlen. Das Siebbein, die Muscheln und die Nasenscheidewand erzeugen sich nach und nach hinter dem Stirnlappen, bis endlich die oben erwähnten Veränderungen des mittleren Stirnfortsatzes und der Oberkieferfortsätze die Nasenhöhle von der Mundhöhle vollständig abschliessen.

Die Zunge wächst als ein kegelförmiger Wulst an dem untersten Ende der Innenfläche des ersten Visceralbogens hervor. Es ist im Anfange mehr nach oben gerichtet, liegt aber nach und nach wagerechter und erhält seine bleibende Form, und seine warzigere Oberfläche, so wie sich der Unterkiefer schärfer ausbildet und an Länge zunimmt.

Man kann die Anlage des Herzens, so wie die ersten mittleren Wirbelvierecke hervortreten, erkennen. Sie bildet einen länglichen, zwischen der Kopfumbiegung und der sogenannten Herzgrube gelegenen Schlauch, der vorn in den schmäleren Schlagaderstamm einfach ausläuft. Zwei venöse Schenkel gehen dagegen in das hintere breitere Schlauchende von beiden Seiten aus über. Das Ganze wächst dann rasch, baucht sich zuerst aus, biegt sich hierauf schlingenartig und endlich *S*förmig, und fällt dabei immer mehr zur Bauchspalte hervor. Es zeigt dann 3 Erweiterungen, einen Venensack,

eine Herzkammer und eine Arterienzwiebel. Der Canalis auricularis trennt den Venensack von dem Kammertheile und das Fretum Halleri diesen von der Arterienzwiebel. Es stülpen sich hierauf die beiden Herzohren als 2 Säcke aus dem venösen Abschnitte hervor, während die Sonderung der Vorhöfe beträchtlich später und zwar erst nach den Kammern durchgreift. Die erwähnten Einschnürungsabschnitte gehen nach und nach zu Grunde. Die einzelnen bleibenden Herztheile rücken dabei näher zusammen.

Ist das *S*förmig gekrümmte Herz vorgefallen, so sieht man, dass sich der von der Arterienzwiebel ausgehende Schlagaderstrom ganz im Anfange in 2 Bogen, die sogenannten Aortenwurzeln, spaltet, die sich an der Wirbelsäule zu einem einfachen Mittelstamme, der Aorta, vereinigen. Dieser theilt sich bald wieder in 2 Aeste, Art. vertebrales posteriores, die gesondert bis zum Schwanzende des Embryo verlaufen und eine Reihe von Querzweigen, den einzelnen Intervertebralräumen entsprechend, versenden, und zuerst mehrere Aeste für die Eingeweide liefern. Bald aber bemerkt man nur einen starken, von je einer hinteren Wirbelschlagader quer abgehenden Zweig, der den Gefässhof des Dotters versorgt. Diese beiden Nabelgekrösvenen, die später in den Säugethieren auf eine zurückgeführt werden, gehen in das reichliche, mit vielen rautenförmigen Maschen versehene Netz des Gefässhofes über. Das letztere fliesst in ein rückführendes Kreisgefäss, den Grenzbehälter, vena s. sinus terminalis, zusammen. Zwei vordere und ursprüglich auch 2 hintere rückleitende Blutadern, venae revehentes, bringen endlich das Blut des Gefässhofes zu der venösen Abtheilung des noch schlingenförmigen Herzens. Zuletzt bleibt nur eine Nabelgekrösvene übrig.

Eine Reihe hinter einander liegender, den Visceralfortsätzen entsprechender Kiemenbogen erscheint bald statt der obenerwähnten primitiven Aortenwurzel. v. Baer nimmt 5 für die Säugethiere und Vögel an, doch bemerkt man höchstens 4 gleichzeitig, weil der vorderste geschwunden ist, wenn sich die hintersten vollständig ausbilden. Drei die nach Reichert überhaupt nur vorhanden sind, liegen den ferneren Umwandlungen in bleibende Gefässe zum Grunde. Die ferner sich verbreitenden Arterienstämme erzeugen sich grösstentheils selbständig, sie benutzen nur die Ueberreste der Bogen zu den

Zwischenwegen der Verbindung mit den Herzkammern. Das vorderste Gefässbogenpaar dient auf diese Weise zum Truncus anonymus; der linke zweite Bogen dem Aortenbogen und das hintere Gefässbogenpaar den Lungenschlagadern und dem Botalli'schen Gange der Säugethiere. Der rechte mittlere Bogen hinterlässt keinen bleibenden Repräsentanten.

Der anfangs einfache Schlagaderstamm theilt sich zuerst innerlich und später auch äusserlich in 2 neben einander befindliche Arterien, scheint dann noch aus der rechten Kammer zu kommen, steht aber schon im Innern mit der linken in Verbindung. Haben sich beide Stämme auf beide Kammern vertheilt, so wendet sich der Stamm der rechten Kammer in einem Bogen nach links, sendet 2 Aeste an die beiden Lungen und setzt sich dann in die Brust- und Bauchaorta fort. Er erzeugt mithin auch die beiden für den Fruchtkuchen bestimmten Nabelschlagadern. Der aus der linken Herzkammer hervorgehende Arterienstamm entlässt den ungenannten Stamm, die linke Hals- und linke Schlüsselbeinschlagader und verbindet sich zugleich mit dem Bogen des linken Stammes. Der Stamm der linken Kammer versorgt so die obere Körperhälfte und Placenta; man nennt diese Blutbewegung den Sabatierschen Kreislauf des Menschen und der Säugethiere.

Die Lungenschlagadern vergrössern sich mit den Lungen, werden Hauptstämme, in welche sich der ihnen entsprechende gemeinsame Grundstamm unmittelbar fortsetzt. Der Verbindungszweig zwischen diesem letztern und der Aorta gewinnt verhältnissmässig an Umfang und verwandelt sich in den bleibenden Aortenbogen, der sich in die Brustaorta unmittelbar fortsetzt. Es bildet sich daher zuletzt ein aus der linken Kammer kommender Aortastamm, der seine Aeste in den ganzen Körper und in den Fruchtkuchen austheilt. Der Bogen dagegen, der von dem frühern rechten Stamme zur Aorta hinüberging, tritt mit der stärkern Ausbildung der Lungenschlagadern in den Hintergrund. Während diese den von der rechten Kammer ausgehenden Stamm als ihren Hauptstamm in Anspruch nehmen, verwandelt sich der Ueberrest jenes Bogens in einen die Lungenschlagader mit der Aorta verbindenden Kanal, den Botalli'schen Gang, der sich nach der Geburt schliesst und in das Botalli'sche Band übergeht. Der Lungen- und Körperkreislauf werden hierdurch vollständig geschieden.

Die Nabelschlagadern, welche die Hauptfortsetzungen der Gabeltheilung der Unterleibsaorta im Anfange bilden, werden später nach und nach zu Seitenzweigen.

Eine Drosselblutader, vena jugularis, die das Blut aus dem vordersten Theile des Embryo, und eine Kardinalblutader, die es aus dem übrigen Körper zurückführt, laufen zuerst jederseits nach dem Herzen zu hin und gehen zu einem kurzen Stamme, dem Ductus Cuvieri zusammen. Beide Cuviersche Gänge vereinigen sich aber zu einem mittlern Kanale, truncus venosus communis, der sich in den Venensack versenkt und zuerst schwindet, worauf dann die Cuvierschen Gänge gesondert in das Herz treten. Der rechte hilft später die obere Hohlvene erzeugen, der linke schwindet gänzlich. Der grösste Theil des Stammes der Kardinalvenen erleidet das gleiche Schicksal. Es treten dann wieder 2 vordere und 2 hintere Wirbelblutadern auf; jene bleiben als solche, diese weichen von der sich vergrössernden untern Hautvene zurück, gehen in ihren Hintertheilen verloren und verwandeln sich mit ihren vordern Abschnitten in die unpaare oder halbunpaare Vene.

Die Nabelgekrösblutader verbindet sich zuerst mit der Gekrösvene zu einem Stamme, der sich in den Venensack versenkt. Sie tritt dann gegen die Gekrösblutader immer mehr zurück. Die indess hervorgewachsene Leber führt aber zu einer wesentlichen Veränderung. Ein Gefäss, das hinten von dem gemeinschaftlichen Stamme der Nabelgekrös- und der Gekrösblutader abgeht, wird von ihr aufgenommen. Es entwickelt sich in ihrem Innern dergestalt, dass der hintere Abschnitt und die vergrösserte Gekrösvene die Pfortader darstellen, während vorn die Lebervenen auftreten. Ein anderes Gefäss, die Grundlage des Arantius'schen Ganges, stellt die unmittelbare Verbindung mit dem Theile des Stammes, der in das Herz übergeht, oder dem vordern Abschnitte der untern Hohlvene her. Der hintere Theil der letztern, der früher in die Nabelgekrösblutader mündete, gibt diesen Zusammenhang auf und setzt sich mit jenem vordern Stücke in Verbindung. Die anfangs doppelte und später einfache Nabelblutader tritt zuerst in die Nabelgekrösvene über. Sie gibt später zahlreiche, schlagaderig sich verbreitende Zweige in die Leber, verbindet sich mit dem indess stärker ausgebildeten linken Hauptaste der Pfortader und geht dann in den Gang des Arantius über.

Dieser und die Nabelblutader schliessen sich nach der Geburt. Der im Aufhängeband befindliche Theil bildet auf diese Weise das runde Leberband.

Die Trennung der beiden Hohlvenen wird von Veränderungen des Venensackes und der Vorhöfe begleitet.

Das Darmrohr wird durch Einrollung des zentralen Bezirkes des Schleimblattes, das sich frühzeitig von dem serösen Blatte entfernt, gebildet. Die Gekrösplatten bleiben als Zwischenverbindung übrig. Es zeigt sich vorn ein blindes Erhebungs- und Abschnürungsende, die Herzgrube, die nach dem umgebeugten Kopfende hin vordrängt, ein hinteres vor dem Schwanze befindliches Endstück, die Schwanzgrube, und 2 seitliche Darmplatten, zwischen denen die Darmrinne übrig bleibt. Die vollständige Schliessung schreitet nun hinten und vorn weiter fort, so dass hierdurch das Darmrohr erzeugt wird. Die Darmrinne verwandelt sich hierbei in den Darmnabel, der in den Verlauf des künftigen Dünndarms fällt. Das Darmrohr verlängert sich dann so sehr, dass es nicht mehr gerade in der Bauchhöhle dahingehen kann. Es bildet zuerst eine Kniebiegung, die schon zur Bauchspalte theilweise hervortritt. Der Mitteltheil oder Mitteldarm erzeugt dann eine spiralig eingerollte, zweischenklige Schlinge, die in den Anfangstheil des Nabelstranges durch den Bauchnabel vordringt und von deren Spitze der Nabelblasengang ausgeht. Der vor ihr liegende Theil heisst der Anfangsdarm und der hinter ihr verlaufende der Enddarm. Diese beiden Abschnitte endigen im Anfange blind, und zwar jener in der Gegend der spätern Cardia und dieser in der des obern und mittlern Theiles des Mastdarms. Eine von Aussen entgegendringende Aftergrube setzt sich später mit dem letztern in offene Verbindung. Die Bildung der Visceralbogen erzeugt vorn die Schlund- und nachher noch die eigentliche Mundhöhle. Eine Grube geht wahrscheinlich nach hinten, um sich mit der Cardia des Magens in Verbindung zu setzen. Der Kanal verlängert sich vermuthlich in der Folge mit der Bildung der Brusthöhle. Die Speiseröhre schaltet sich dann auf diese Weise zwischen Schlund und Magen ein.

Eine bauchige Erweiterung des mittlern, grössten Theiles des Anfangsdarmes deutet den Magen frühzeitig an, welcher anfangs senkrecht steht und sich später wagerecht wendet. Das Endstück des Anfangsdarmes verwandelt sich in den Zwölf-

fingerdarm. Die spiralig eingerollte Schlinge wird grösstentheils zum Dünndarme. Der früher vordere, in der Schlinge sich zunächst nach hinten wendende Abschnitt verlängert sich immer mehr, windet und rollt sich selbst theilweise schraubig ein, und verwandelt sich nach und nach in den Leerdarm und den Krummdarm. Der hintere Abschnitt dagegen, der zuerst in der Schlinge nach vorn vortrat, geht in Verbindung mit dem Enddarme in die dicken Gedärme über. Es begibt sich daher auch der aufsteigende Grimmdarm nach vorn und biegt dann in einen Grimmdarm ein, der mehr in der Mitte längs der Wirbelsäule weiter verläuft. Dieser Abschnitt verlängert sich nachträglich und zieht sich dabei in seinem Mitteltheil nach links hinüber. Die Sonderung des queren, des absteigenden Grimmdarmes und des römischen *S* entsteht auf diese Weise. Der Blinddarm und der Wurmfortsatz erzeugen sich als eigenthümliche Ausstülpungen desjenigen Abschnittes, der sich früher von dem Enddarm nach dem Mitteldarm hinüberzog. Dieser Bezirk liegt aber an der Basis und nicht an der Spitze der ursprünglichen Darmschlinge. Der Wurmfortsatz kann daher auch keinen vergrösserten Ueberrest des Nabelblasenganges bilden. Bliebe ein Theil von diesem krankhafter Weise zurück, so müsste er einen Nebenbeutel des Darmes darstellen.

Die beiden Gekrösplatten gehen anfangs, wie der gesammte Darm, parallel längs der Wirbelsäule hin. Ihre Fortsetzungen umhüllen das Darmrohr in seinem ganzen Umkreise. Der Leerdarm und der Krummdarm, ein Theil des absteigenden Grimmdarmes, das römische *S* und der in dem Bauchfelle enthaltene Abschnitt des Mastdarmes bewahren dieses einfache Verhältniss fortwährend. Das Bauchfell umgibt hier immer den Darmzylinder, legt sich dann zu den beiden Blättern des Gekröses zusammen und setzt sich endlich in die Wandungslamellen des Peritonäums fort. Die übrigen Abschnitte des Nahrungskanales dagegen führen zu verwickelten Vorgängen.

Die hinter dem Bauchfelle entstehende Leber hebt dieses empor und gewinnt auf solche Weise einen Peritonäalüberzug, der in das übrige Bauchfell unmittelbar übergeht. In der letzten Hälfte des zweiten Monats ist der noch senkrecht stehende Magen von der Leber bedeckt und hat dann ein einfaches, senkrechtes Magengekröse, dessen beide Blätter von

der Wirbelsäule ausgehen, sich etwas nach links wenden, um die grosse Krümmung zu erreichen, den Magen zwischen sich fassen und sich dann wieder zu einem Doppelblatte, dem kleinen Netze, zusammenlegen, das sich von der kleinen Krümmung nach der Leber längs des ganzen Magens hinzieht. Wenn der Magen im Anfange des dritten Monats sich wagerecht wendet, so dreht sich auch das Magengekröse in entsprechender Weise. Es bildet sich hierdurch ein Beutel, bursa mesogastrii s. Winslowii s. omenti minoris, dessen Bauchwand der Magen, dessen Rückenwand das Bauchfell bildet, der links und nach hinten zu blind endigt, rechts und vorn dagegen einen weiten Eingang, rima Winslowii, besitzt, die später in das Foramen Winslowii sich umwandelt.

Der Winslowische Beutel verlängert sich nun über die grosse Krümmung des Magens hinaus. Die vordere Wand dieses freien Theiles besteht aus den beiden Bauchfellblättern, die den Magen zwischen sich genommen haben, und die hintere aus der umgeschlagenen Fortsetzung derselben, die dann nach der Wirbelsäule hin verläuft. Das eine der Blätter dieses letztern Abschnittes geht nachher in diejenigen Bauchfellstücke, welche die Bauchspeicheldrüse, den Zwölffingerdarm und den Rückentheil der Unterfläche der Leber bekleiden, über, das andere in den Rückentheil der Parietallamelle des Bauchfelles, von der dann weiter hinten auch das quere Grimmdarmgekröse ausgeht. Diese Verlängerung des Winslowischen Beutels wächst später noch weiter hinab und rückt immer inniger an das quere Grimmdarmgekröse, während sich der quere Grimmdarm selbst dem Magen nähert. Der Theil der Parietalwand des Bauchfelles, der den Ausgangspunkt des Netzbeutels von dem des queren Grimmdarmgekröses trennt, verliert zuletzt seine Selbständigkeit, beide verwachsen endlich miteinander, so dass die Rückenwand des Netzbeutels über der Bauchfläche des queren Grimmdarmes zurückgeht und sich in das Gekröse desselben fortsetzt. Der über das Kolon herabhängende Theil des Netzbeutels, bursa omenti majoris, der das grosse Netz bildet, verwächst in der Folge, kann jedoch noch im Kinde theilweise aufgeblasen werden. Der Hohlraum erhält sich aber hinter dem Magen und zum Theil zwischen diesem und dem queren Grimmdarme oder in dem Magen-Grimmdarmgekröse.

Die Basis der früheren, durch den Bauchnabel vortretenden Darmschlinge wurde durch die gegenseitige Kreuzung der Uebergangsstellen des Mitteldarmes, in dem Anfangs- und in dem Enddarme, oder des künftigen Zölffingerdarms und eines Theiles des Grimmdarmes hergestellt. Dieser lag dabei nach vorn, jener nach hinten. Die entsprechenden Gekrösfalten wiederholen dasselbe Verhältniss. Wenn sich später die Hauptmasse der Darmschlinge zum Leerdarm und Krummdarm ausbildet und gleichsam rosettenartig ausbreitet, so erhält sich noch jenes frühere Verhältniss. Der Dünndarm, der sein vollständiges Gekröse verliert, geht daher unter dem queren Grimmdarmgekröse durch, um zu dem Leerdarme zu gelangen. Der absteigende Grimmdarm hat zuerst ein breites Gekröse, das jedoch später vorn grösstentheils verkümmert. Das Gleiche wiederholt sich noch früher an dem aufsteigenden Grimmdarme und dem grössten Theile des Blinddarmes. Es liegen daher diese Stücke, ähnlich wie die Bauchspeicheldrüse und der Zwölffingerdarm, nicht sowohl innerhalb, als hinter oder unter dem Bauchfelle, welcher nur deren Bauchfläche und Seitenflächen überzieht.

Die baumförmig verzweigten Drüsen entstehen durch Absetzung eines dichten, durchsichtigen und anfangs farblosen Blastems, in dem sich dann die Drüsengänge aushöhlen.

Die erste Anlage der Lungen bilden 2 dichte, vor dem Magen befindliche Blastemmassen. Sie verbinden sich bald mit der Speiseröhre durch ein der Luftröhre entsprechendes Mittelstück, an dem sich kurz darauf die beiden verdünnteren Bronchi ausziehen. Die Lungensäckchen erhalten wahrscheinlich selbständige Höhlungen, die sich mittelst der vermuthlich ebenfalls selbständigen Höhlung der Luftröhre in den obern Theil der Speiseröhre fortsetzen. Die Oeffnung bildet im Anfange eine senkrechte Spalte, die bald von 2 Wülsten umgrenzt wird. Eine vollständigere Anschwellung deutet später den Kehlkopf an, bei weiterer Ausbildung richtet sich jene Spalte, die Stimmritze, mehr wagerecht. Die Bronchialverzweigungen erscheinen im Anfange wie verästelte Drüsengänge mit starken Endköpfchen oder Lungenbläschen.

Zwei am Anfangsdarm auftretende Blastemlappen, die ungefähr zu der Zeit, in welcher sich die Magenerweiterung ausbildet, entstehen, deuten die Leber zuerst an. Sie fassen

das Fortsetzungsgefäss der Nabelgekrösblutader zwischen sich und erhalten im Innern ein mit dem Darm in Verbindung stehendes Höhlensystem, das sich dem der übrigen, baumförmig verzweigten Drüsen anzunähern scheint, dessen runde Endköpfchen aber dicht beisammen stehen. Diese Gallengänge vermehren und verlängern sich bald bedeutend und scheinen an einzelnen Stellen netzförmig zusammengetreten. Die Leber des Menschen und der höheren Säugethiere wächst nun binnen Kurzem in beträchtlichem Maasse, erhält ein dichtes Gefüge und ihre braunrothe Farbe, und bildet während des ganzen Fötuslebens ein mächtiges Organ, das den grössten Theil des vorderen Abschnittes der Unterleibshöhle einnimmt. Die Gallenblase ist eine seitliche Ausbuchtung des Gallenganges.

Die Bauchspeicheldrüse entspricht einer an der linken Seite des Darmes angelegten Nebenwucherung. Nach v. Baer soll auch ein bald verschwindendes rechtes Pankreas im Anfange wahrgenommen werden.

Die Milz entsteht in der Nähe der Magenkrümmung und der Bauchspeicheldrüse. Sie zeichnet sich bald durch ihre röthliche Farbe aus, scheint aber erst später ihre Fasernetze und die Milzbläschen zu erhalten. Die Blastemmasse der Nebennieren erzeugt sich selbständig und nicht durch Abschnürung der vorderen Fäden der Wolffschen Körper. Sie zeichnen sich im Anfange durch ihren beträchtlichen Umfang aus, und sind sogar zu einer gewissen Zeit beim Menschen grösser als die Nieren. Die Schilddrüse zeigt sich als 2 Blastemhügel, die neben der Luftröhre liegen. Sie ist verhältnissmässig im Embryo grösser als beim Erwachsenen.

Die Thymus entsteht selbständig und aus keiner Fortsetzung der Luftröhrenschleimhaut. Man sieht zuerst in ihrem Blastem einen einfachen, zum Theil geschlängelten Schlauch, der späterhin Knospen treibt. Sie lappt sich äusserlich immer mehr und wächst im Embryo, ohne jedoch im Neugebornen ihre grösste Ausdehnung erreicht zu haben.

Die Urnieren, die Primordialnieren, die Wolffschen oder Okenschen Körper sind 2 im Anfange mächtige Organe des Embryo des Menschen, der Säugethiere, der Vögel und der beschuppten Reptilien. Ein Wolffscher Körper erstreckt sich zuerst längs der ganzen Unterleibshöhle, beginnt dicht unter dem Herzen und reicht bis in den Schwanztheil hinein. Beide

treten sehr kurz nach der ersten Entstehung des Darmrohres auf. Sie werden dann durch die Wirbelsäule und die Aorta geschieden. Jeder bekömmt darauf eine Menge querer Durchgänge, die in einen Hauptkanal, den Ausführungsgang des Wolffschen Körpers einmünden. Sie ergiessen dann ihre Absonderung in die Kloake und später in den Harnsack. Zahlreiche Schlagadern, die sogar Malphigi'sche Körper in der Folge darbieten, gehen von der Aorta zu ihnen hinüber. Die Rückbildung dieser Körper tritt im Menschen verhältnissmässig am frühesten ein.

Die Urnieren lösen sich in der Folge von den Bauchwänden los, verwandeln sich in spindelförmige, in der Mitte angeschwollene Organe, und bekleiden sich mit Bauchfellhüllen auf eine dieser Veränderung entsprechende Weise. Die bleibenden Nieren erzeugen sich dann an der Rückenwand hinter ihnen, die keimbereitenden Geschlechtswerkzeuge dagegen nach Innen von ihnen. Ein Theil ihrer Masse wird zur Bildung der Genitalien verwandt, während ein anderer spurlos zu Grunde geht.

Die Nieren erzeugen sich aus einem Blastem, das sich an der Innenseite der Bauchwände hinter den Wolffschen Körpern ablagert. Jede von ihnen bildet bald darauf eine bohnenförmige Masse, in der eine Menge selbständiger, zuerst länglichrunder und hierauf knospentreibender Höhlungen, als die erste grobe Andeutung der Harnkanälchen entsteht. Der Harnleiter hat sich indess als ein Streifen, der oben in das Nierenbecken anschwillt, kenntlich gemacht. Die Höhlungen dieser Theile setzen sich mit denen der Harnkanälchen nachträglich in Verbindung. Diese verlängern sich und legen sich dabei knäuelförmig zusammen. Sie nehmen nach und nach den grössten Theil der Nierenmasse, die sich zugleich an der Oberfläche lappt, in Anspruch. Die Einschnitte verwischen sich in der Folge wieder, so dass zuletzt die Niere ihre platte Aussenseite für immer beibehält.

Die männlichen und weiblichen Geschlechtswerkzeuge entstehen aus einem gemeinschaftlichen Grundtypus. Eine längliche, bald bohnenförmig werdende Blastemmasse, die neben dem Innenrande des Wolffschen Körpers zum Vorschein kommt, deutet den Hoden oder Eierstock an; ersterer bleibt mehr senkrecht, letzterer lagert sich bald mehr quer. Der Hoden

erhält bald seine Samenkanälchen und der Eierstock leistenartige Abtheilungen, die jedoch später unkenntlicher werden.

Zwei fadige, von vorn nach hinten hinablaufende Gebilde, der Ausführungsgang des Wolffschen Kőrpers und ein zweiter innerer Streifen, der Müllersche Gang, kommen bei der Entwicklung der mittleren weiblichen Geschlechtswerkzeuge vorzugsweise in Betracht. Nach Kobelt wird der Ausführungsgang zum Samenleiter und dem gewundenen Kanale des Nebenhodens, geht dagegen beim Weibe gänzlich zu Grunde und erscheint nur in einzelnen Säugethieren in der Form des sogenannten Gärtnerschen Kanales. Der Müllersche Gang wird zum Eileiter und sein Kölbchen zur Endhydatide desselben, im männlichen Geschlechte schwindet er, und nur sein unterer Abschnitt bleibt im Nebenhoden, während sein Kolben sich in die Morgagni'sche Hydatide verwandelt. Die mittleren Blinddärme des männlichen Wolffschen Körpers werden zu den Samengefässkegeln, die sich durch das Samengefässnetz und die Ausführungsgefässe mit dem Nebenhoden verbinden. Sie gehen dagegen in dem weiblichen Embryo in den Nebeneierstock über. Die oberen Blinddärmchen schwinden in beiden Geschlechtern, die unteren erleiden grösstentheils dasselbe Schicksal. Einzelne von ihnen erhalten sich im Manne als die sogenannten Hallerschen Nebengefässe.

Es gibt übrigens eine Zeit des Fruchtlebens, in der der Müllersche Gang eine offne Bauchspalte in beiden Geschlechtern hat, die beim weiblichen Embryo zur Bauchöffnung der Fallopischen Röhre wird.

Anfangs setzen sich Blase und Mastdarm in eine gemeinschaftliche Ausgangshöhle oder eine Kloake fort, sondern sich aber später von einander, und es entsteht vorn ein Rohr, der Harngeschlechtsgang, dann die Scheidewand, der Damm und endlich hinten der Mastdarm mit dem After. Man findet dann einen mittlern, gebärmutterartigen Theil in beiden Geschlechtern, die 2 Samenleiter münden zuerst ebenfalls am Grunde und später an der Vorderseite desselben ein. Er schwindet hernach grösstentheils, und die tiefer entstandenen Samenblasen rücken dabei mit den Enden der Samengänge näher zusammen. Die meisten Forscher betrachten den im Erwachsenen vorhandenen Prostataschlauch als den Ueberrest jener männlichen Gebärmutter. Der uterusartige Mitteltheil der Frau

vergrössert sich in der Folge verhältnissmässig beträchtlich, dennoch ist der einfache Fruchthalter des Menschen eine spätere Bildung, indem er anfangs doppelt, dann zweihörnig und zuletzt einfach ist. Dessen unterster Abschnitt wächst faltig in den Harngeschlechtsgang hinein.

Ein zylindrischer Stiel, der sich in der Richtung nach oben konvex biegt, tritt an dem Bauchwinkel der Kloakenöffnung beider Geschlechter frühzeitig hervor, und entspricht der Ruthe des Mannes und dem Kitzler der Frau, verdickt sich bald an seiner Spitze knopfförmig. Seine untere Fläche zeigt eine Halbrinne, die sich in die Harnröhre fortsetzt. Die Ränder der Ausgangsöffnung, des Canalis urogenitalis, verdicken sich, die Harnröhre scheidet von dem übrigen Kanal ab, welcher bei der Frau zur Scheide wird und so weit vorwächst, dass der Kitzler in das Innere zurückweicht. Die inneren Schamlefzen bilden sich aus, das Jungfernhäutchen faltet sich erst um den vierten bis fünften Monat hervor.

Bei dem Manne vergrössert sich das äussere Glied, die Rinne verwandelt sich von hinten nach vorn in einen geschlossenen Kanal, der sich in die innerlich abgesonderte Harnröhre unmittelbar fortsetzt. Der Ueberrest der Höhlung des Harngeschlechtsganges geht zu Grunde; die Schamlefzen schwellen immer mehr auf und verwachsen nach und nach von hinten nach vorn. Sie bilden auf diese Weise den Hodensack, dessen Raphe die Vereinigungsnaht bezeichnet.

Die Hoden und die Eierstöcke verlassen allmälig die Orte. Der bohnenförmige, an der Innenseite des Wolffschen Körpers hoch oben gelagerte Hoden ist so von dem Bauchfell eingedrängt, dass nur seine hintere Seite, an der die Gefässe und Nerven eintreten, frei bleibt. Man bemerkt später ein strangförmiges Gebilde, das Leitband, gubernaculum Hunterii, das von dem hinteren Ende des Hodens nach dem Leistenkanale hinabgeht und durch diesen weiter vordringt. Es bildet nach Weber einen geschlossenen hohlen Sack, ähnlich den Schleimbeuteln. Dieser erzeugt sich da, wo der Leistenkanal entstehen soll, zwischen den Bündeln der Bauchmuskeln, wächst einerseits in den Hodensack hinein und anderseits innerhalb einer Bauchfellfalte nach dem Hoden hinauf. Die Wanderung des Hodens wird nun dadurch eingeleitet, dass sich der Bauchhöhlentheil des Leitbandes in das Innere des übrigen Theiles

einstülpt und der Hoden dieser Veränderung nachfolgt. Sie beginnt an dem dem Leistenkanale benachbarten Bezirke. Der Hode ruht dann mit seinem untern Ende auf dem Leitbande, während sein oberer Theil an einer Doppelplatte des Bauchfelles, dem Hodengekröse hängt. Ist der Hode eine Strecke weit hinabgerückt, so senkt sich das Bauchfell, das bisher über die innere Oeffnung des Leistenkanals platt hinwegging, in diese grubenartig ein. Wenn dann der Hode selbst durch jene Oeffnung hindurchgeht, so schiebt er die Grubenvertiefung des Bauchfelles vor sich her und führt sie bis in den Hodensack hinab. Da er nun den ursprünglichen Bauchfellüberzug beibehält, so erscheint er jetzt in einen Nebensack des Bauchfelles, der in den Hodensack vorgedrungen, seitlich eingelegt. Der Bauchfellzylinder, der die Verbindung der Bauchhöhle mit jenem Nebensacke herstellt, heisst der Scheidenfortsatz; er schliesst sich später und zwar allmälig von der innern Oeffnung des Leistenkanals aus, die Narbe des Bauchfelles geht hier völlig verloren. Der übrige Sack hingegen bleibt als Doppelblatt der eigenthümlichen Scheidenhaut des Hodens. Die anhaftende, mit herabgetretene Zellgewebeschicht bildet sich vielleicht zum grössten Theile der allgemeinen Scheidenhaut, und der umgestülpte Muskelfaserüberzug des Leitbandes zur Fleischhaut fort. Die Albuginea erzeugt sich ursprünglich am Hoden, ehe er in seiner Wanderung beträchtlich vorgeschritten ist. Im Laufe des achten Monats geht der Hode durch den Leistenkanal.

Die Eierstöcke rücken nur verhältnissmässig wenig nach hinten, das runde Mutterband entspricht dem Leitbande des Hodens.

Die Brüste scheinen im Anfange bei beiden Geschlechtern gleich angelegt zu werden, sind aber schon bei der Geburt bei den Mädchen umfangreicher als bei den Knaben.

Die allgemeinen Formen- und Grössenveränderungen des Embryo während des Fötallebens sind nach J. Müller folgende. Im Anfange des zweiten Monates hat der Embryo eine Länge von einigen Linien bis ½ Zoll, im dritten von 2½—3 Zoll, im vierten bis auf 4 Zoll, im fünften bis 12 Zoll, im siebenten erreicht er eine Länge von 16 Zoll und mehr, im achten von 16½ Zoll, im neunten von 17, im zehnten von 18 bis 20 Zoll.

Stoffbildung im Eie.

Die Stoffbildung im Eie geschieht überall durch Aufnahme von Stoffen und Stoffwechsel, zeigt sich aber bei den eierlegenden Thieren und den Säugethieren darin verschieden, dass erstere den Fruchtstoff zum grössten Theile in sich tragen und in der Mehrzahl keine organische Substanz von Aussen zur weiteren Ausbildung aufnehmen, während die Eier der Mammalien solche von dem mütterlichen Körper aufnehmen. Das Ei der wirbellosen Thiere wird schon im Eierstocke in seinen wesentlichen Theilen gebildet und empfängt im Eiergange blos noch die Nesthaut. Bei den eierlegenden Wirbelthieren bildet sich im Eierstocke blos die Dotterkugel und im Eileiter treten Eiweiss, Schalenhaut und Nesthaut hinzu, während sich letztere bei den Mammalien erst im Uterus bildet. Während der im Eierstocke gebildete Fruchtstoff in seiner Begrenzung durch die Dotterhaut als Dotterkugel erscheint, legt sich das Eiweiss im Eileiter schichtweise herum, und grenzt sich nach Aussen durch die Schalenhaut, nach Innen durch die Hagelhaut ab.

Ueber die Bildung der Schalenhaut gibt Burdach Folgendes an. Wo das Ei während der Brütung noch tropfbare Feuchtigkeit aufnimmt, oder auch in einer Nesthaut liegt, ist die Schalenhaut eine weisse, feste, zähe, lederartige, das äussere Ende des Eies bildende Membran, wo hingegen während der Brütung keine Flüssigkeit aufgenommen wird, auch kein häutiges Geniste sich findet, wird die Bildung des Eies durch einen erstarrten hornartigen oder kalkartigen Ueberzug, die Schale, testa, beschlossen. Bei niedern Thieren ist die Schale vielleicht nichts Anderes, als die verdichtete Schalenhaut, bei den höheren Thieren ist sie von dieser deutlich verschieden. Bei den Insekten bekommt das Ei schon gegen das Ende des Eierstockes eine braune, lederartige Schale, die späterhin an der Luft nur noch erhärtet. Die Eier der Gasteropoden, welche sich auf dem Lande entwickeln, werden am Ende des Eileiters mit einer in den Nebenorganen gebildeten, kalkhaltigen Feuchtigkeit überzogen, welche an der Luft zu einer Kalkschale erhärtet. Bei den Krustaceen ist die Schale im Eileiter ein klebriger, eiweissartiger Ueberzug, der ausserhalb des Körpers eine hornartige Konsistenz annimmt. Bei

den Rochen und einigen Haien wird das Ei mit einer, theils im Eiergange, theils in 2 Drüsen an dessen Ende sezernirten Feuchtigkeit überzogen, welche zu einer länglich viereckigen Schale, den sogenannten Seemäusen, mit krummen Spitzen oder hornartigen Fäden an den Ecken erhärtet. Die Eierschale von Meerschildkröten ist weich und pergamentartig, von Land- und Flussschildkröten hingegen hart. Beim Vogel bilden sich im untern, erweiterten Theile des Eileiters, wo das Ei länger verweilt, zuerst einzelne polyedrische Kalkkörner, die sich allmälig vermehren und endlich zu der die Schalenhaut einschliessenden Kalkschale verschmelzen. Diese ist porös, an der innern Fläche mit Gruben besetzt, an der äussern mehr dicht und glatt; ihre Grundfarbe ist weiss, aber bei verschiedenen Vögeln mit mancherlei Schattirungen, grün, roth, braun, entweder gleichförmig oder gefleckt oder geadert. Ihre Bestandtheile sind beim Hühnerei nach Vauquelin 0,896 kohlensaurer Kalk, 0,017 phosphorsaurer Kalk und 0,087 Gallert mit einer Spur von kohlensaurem Talk, Eisen und Schwefel; nach Prout 0,97 kohlensaurer Kalk, 0,01 phosphorsaure Erden und 0,02 thierischer Stoff.

Bei der äussern Brütung ist zunächst der Zutritt der atmosphärischen Luft nothwendige Bedingung. Bei den Luftthieren zeigt das Ei eigne Vorrichtungen zur Aufnahme und Aufbewahrung der Luft. Im Vogelei entsteht, nachdem es geboren ist, ein Luftsack am breiten Ende zwischen den Blättern der Schalenhaut, indem das Eiweiss verdunstet, das innere Blatt der Schalenhaut dem Eiweiss, wie es an Umfang abnimmt, folgt, und so ein leerer Raum entsteht, in welchen Luft eindringt. Die Luft stellt hier ein ähnliches Verhältniss wie beim ausgebildeten Organismus im Athmungsprozesse dar.

Die Einsaugung von Wasser zeigt sich beim Samenkorn, welches an seiner ganzen Oberfläche, und nach Senebier auch bei verklebtem Nabelloche, Wasser einsaugt. Ebenso saugt das eiweissartige Geniste der Batrachier und Fische Wasser ein, desgleichen die weiche Schale der Schlangeneier, sie werden nur in feuchter Erde, Mist und dergleichen ausgebrütet.

Ueber die Umbildung des Fruchtstoffes führen wir hier Burdachs Angaben an. Bei der äussern Brütung zeigt sich zuerst ein Verkehr mit dem äussern oder innern Medium und

eine dadurch bewirkte Zunahme oder Abnahme des Gewichtes. Das Ei der Pflanzen und Wasserthiere saugt Wasser ein, das der Luftthiere dünstet Wasser aus, das der Schlangen saugt aus der feuchten Erde ein, dünstet aber zugleich in stärkerem Grade aus. Das Hühnerei verliert ungefähr $^1/_6$ seines Gewichtes während der Brütung. Im Anfange der Brütung entstehen sichtbare Veränderungen am Dotter, welche auf eine chemische Veränderung an bestimmten Stellen und in bestimmten Richtungen hindeuten. Am Vogeleie entstehen die Halonen oder ringförmige und konzentrische Verflüssigungen des Dotters, welche die Scheibe der Keimhaut umgeben. Aehnliche Veränderungen treten an Froscheiern so schnell auf, dass sie als Bewegungen beobachtet werden können. Der Fruchtstoff verändert sein Aussehen, und zwischen dem primären und sekundären geht ein Austausch der Stoffe vor sich. Der Dotter des Hühnereies nimmt während der ersten Woche des Brütens an Umfang zu, wird flüssiger und in eine dem Milchrahme ähnliche, allmälig dünner werdende Flüssigkeit verwandelt; nach achttägigem Brüten ist er ungefähr um 15 Gran schwerer geworden und hat aus dem Eiweisse vorzüglich Salze und Wasser aufgenommen, dagegen Oel an dasselbe abgesetzt. Das Eiweiss ist zum Theil, namentlich am breiten Ende des Eies modifizirt, nämlich flüssiger, so dass es beim Kochen nur wie Milch gerinnt, und enthält aus dem Dotter herrührendes Oel; seine Quantität hat abgenommen. Obgleich das Ei jetzt gegen 60 Gran Wasser durch Verdunstung verloren hat, so sind Dotter und Eiweiss dennoch flüssiger, was nur durch einen tiefer eingreifenden, chemischen Hergang möglich ist. Rathke beobachtete im Eie der Schleimfische, dass 10 bis 12 Fetttröpfchen im Dotter vorhanden sind, welche, wenn die Entwicklung des Embryo ihren Anfang genommen hat, in einen einzigen zusammenfliessen, und dass der Dotter Eiweiss aufnimmt und davon anschwillt.

Während der Bildung des Embryo geht eine Veränderung in den nächsten Bestandtheilen des Fruchtstoffes vor sich, was im Vogeleie am deutlichsten; das Oel des Dotters verschwindet, und ausser dem Eiweissstoff findet man im Embryo Faserstoff, Mucus, Gallert, Blutfarbestoff, Milchzucker u. s. w., von denen im Fruchtstoffe nichts zu finden, und welche als Modifikationen des Eiweisses anzusehen sind, obgleich die

Bildung nicht nachzuweisen. Durch Winkler ist jedoch Zucker im Eie nachgewiesen. Die entfernten unorganischen Bestandtheile des Fruchtstoffes vermehren oder vermindern sich während der Entwicklung des Embryo. Nach Prout gibt ein ausgebrütetes Hühnerei sammt dem darin enthaltenen Embryo etwa 0,04 Schwefelsäure, 0,11 Phosphorsäure und 1,42 salzsaure Neutralsalze weniger, dagegen 2,91 Kalksalze mehr, als das frisch gelegte Ei; was aber aus der Zersetzung des Schwefels, des Phosphors und des salzsauren Laugensalzes entsteht, und aus welchen Stoffen der hinzutretende Kalk gebildet wird, ist ein noch unaufgelöstes Problem. 100 Theile Asche des Eigelbs enthalten 1,85 Theile Eisenoxyd. Eiweissasche 2,09 Theile. Die Proutschen Untersuchungen sind unwahrscheinlich und darnach gewiss fehlerhaft. Am Pflanzeneie ist die Bildung unorganischer Bestandtheile noch deutlicher.

Bei den Säugethieren entnimmt das Ei die zur Entwicklung nothwendigen Stoffe von dem mütterlichen Organismus, und es erfolgt die Stoffaufnahme zu den verschiedenen Zeiten des Embryonallebens auf verschiedene Weise. In den Tuben und anfangs auch im Uterus nimmt die Zona pellucida das Ernährungsmaterial durch Imbibition auf. Nach der Bildung des Chorions werden die Zellen der Chorionzotten das Organ der Stoffaufnahme; mit der Bildung der Placenta findet die Stoffaufnahme durch diese statt. Nach Litzmann lediglich durch die Placenta, nach Bischoff ist jedoch kein Grund vorhanden, die fortdauernde Stoffaufnahme des Eies durch Transsudation durch die Eihäute hindurch zurückzuweisen. Bei der Aufnahme durch die Placenta nahm man entweder an, dass die Ernährungsstoffe durch unmittelbare Verbindung der Blutgefässe zwischen Mutter und Kind oder durch Lymphgefässe der Placenta und des Nabelstranges, oder nur bei einer Juxtaposition der Gefässsysteme von Mutter und Kind in der Placenta, übergingen. Hiervon abweichend stellte Eschricht die Ansicht auf, dass nicht die Placenta, sondern die Glandulae utriculares das Ernährungsmaterial des Fötus liefern, und vertheidigte diese Ansicht besonders bei dem Eie der Schweine, Delphine und Kühe, bei welchen die Glandulae utriculares unzweifelhaft nachgewiesen waren. Bischoff theilt diese Ansicht nicht, obgleich jene Drüsen bei allen Säugethieren vorhanden sind. Prévost und Morin nehmen nur einen mittelbaren Ueber-

gang des Ernährungsstoffes aus der Placenta zum Eie an. Wenn man nämlich bei den Wiederkäuern in den späteren Zeiten der Schwangerschaft das Ei mit seinen Kotyledonen aus dem Uterus und dessen Karunkeln heraushebt, also Placenta fötalis und materna von einander trennt, so sieht man in den Zellen der Karunkeln des Uterus eine weissliche Flüssigkeit, welche Prévost und Morin als das eigentliche Ernährungsmaterial des Embryo ansehen. Bischoff hält dieselbe für ein Ausscheidungsprodukt der auch in den Karunkeln des Uterus sich befindenden Glandulae utriculares, zum Theil aber auch nur für Schleim, d. h. abgestossenes Epithelium und transsudirtes Blutwasser.

Die Placenta versieht auch zugleich die Funktion des Athmens, welche für den Embryo der Säugethiere ebenso nothwendig ist, wie das Hinzutreten der Luft beim Brüten der Eier.

Die frühere Annahme, dass das Fruchtwasser gleichfalls zur Ernährung des Fötus diene, wird von den neueren Physiologen nicht getheilt. Es ist wahrscheinlich ein Transsudationsprodukt durch die Eihäute aus den Gefässen der Mutter, und ist dessen Nutzen während der Schwangerschaft nur ein mechanischer.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe vor der Bildung der Blutgefässe des Embryo geschieht durch die Zotten des Chorions, diese ziehen die Stoffe an und leiten sie ganz so wie die Zellen der Pflanzen fort, indem eine der anderen überliefert, und das Aufgenommene sich im Innern des Eies ebenso anhäuft, wie es von Aussen angezogen wird. Ein Prozess, der aller organischen Resorption, auch der, wo Blut- und Lymphgefässe sind, zu Grunde liegt. Sobald sich das Blutsystem entwickelt hat, findet die Stoffaufnahme durch dasselbe statt, und die weitere Ernährung geschieht durch das Medium des Blutes. Aus dem Blute der Mutter geht der Nahrungsstoff, der somit selbst Blut ist, in das Gefässsystem des Fötus über, wobei aber nicht die Blutkörperchen dem Fötus von Aussen als solche überliefert werden, denn sie sind nach Bischoff bei jungen Embryonen sämmtlich grösser als die der Mutter, und erst später entstehen kleinere.

Das schlauchförmige Herz stösst anfangs das Blut in die ursprünglichen Schlagaderbogen und die doppelte, bald einfach werdende Aorta. Diese vertheilt es in den Embryonalkörper

und sendet zugleich eine gewisse Menge desselben durch mehrere Zweige, und bald nur durch die beiden Nabelgekröschlagadern nach dem über einen Theil der Dotters ausgebreiteten Gefässhofe. Die Netzbahnen des Letzteren gehen dann in die Grenzblutader über. 2 vordere und 2 hintere rückführende Blutadern leiten die Blutmasse aus jener nach dem Herzen zurück. Die Nabelgekrösschlagadern enthalten also gebrauchtes Blut, wie die Lungenschlagadern und die Grenzvene nebst den rückführenden Blutadern erfrischtes, wie die Lungenvenen der Erwachsenen. Da aber bald die hervorgebildeten Körperblutadern ihr Blut in das einkammerige Herz ebenfalls entleeren, so ergibt sich von selbst, dass sich hier gebrauchtes und erfrischtes Blut wechselseitig vermischen. Sind nur die beiden Nabelgekrösschlagadern vorhanden, so tritt umgekehrt ein zufälliger Theil des in der Aorta herabkommenden Blutes in den Gefässhof über.

Hat der Dotterlauf seine eben geschilderte, verhältnissmässig grösste Ausbildungsstufe überschritten, so gehen allmälig die beiden Nabelgekrösschlagadern in eine, die zu einem Zweige der Gekröschlagader herabsinkt, über. Die rückführenden Blutadern werden ebenfalls zu einer Nabelgekrösblutader, deren Blut sich im Laufe der allmäligen Umwandlungen in die untere Hohlader, die Leber und die Pfortader ergiesst. Sie vertritt also gewissermaassen die Leberschlagader der Erwachsenen.

Hat sich der Harnsack mit seinem Gefässblatte und dem Endochorion hervorgebildet, so bezieht er seine beiden arteriellen Hauptstämme aus den Endstücken der Aorta. Die rücklaufenden Blutadern münden in den noch mit der Nabelgekrösvene eng zusammenhängenden Bezirk der spätern untern Hohlvene. Ist der Fruchtkuchen entstanden, so bilden die beiden Nabelschlagadern immer noch die Fortsetzung der Hüftpulsadern. Die Nabelblutader leitet aber einen mit den Entwicklungsstufen wechselnden Theil ihres Blutes durch die Leber, während der venöse Gang einen andern Theil geradewegs zur untern Hohlvene abführt. Die Nabelblutader übernimmt also wieder die Rolle der künftigen Leberschlagader. Das Herz empfängt dann eine Mischung von dreierlei Blutarten, und zwar 1) Blutmassen, die ein Haargefässsystem der Körpertheile durchsetzt haben und dessenungeachtet nicht

wieder erfrischt worden sind (obere, zum Theil untere Hohlvene); 2) solche, die zwar in dem Fruchtkuchen waren, sogleich aber die Haargefässe der Leber durchlaufen haben (Leberzweige der Nabelschlagader oder Pfortader), und endlich 3) solche, die geradewegs vom Fruchtkuchen zur untern Hohlvene und von da zum Herzen übergehen, Ductus venosus Arantii. Die Leber nimmt einen Theil des erfrischten Blutes auf dem eben geschilderten Wege auf. Sie empfängt aber überdies eine gewisse, wenn auch geringe Menge des vom Dottersacke zurückkehrenden Blutes von der Nabelgekrösblutader, wenn der Kreislauf der Blase noch fortbesteht. Sie erhält endlich einen grossen Theil des Blutes, der von Unterleibseingeweiden oder dem hinteren Körpertheil überhaupt zurückkommt, und weder unmittelbar durch die untere Hohlvene, noch durch die unpaare und halbunpaare Blutader nach der obern Hohlvene abgeleitet wird.

Die weitere Vertheilung der aus dem Herzen kommenden Gefässstämme, aus denen der Sabatiersche Kreislauf hervorgeht, ist schon oben angegeben. Die rechte Kammer besorgt vorzugsweise die untere Körperhälfte und den Fruchtkuchen, die linke dagegen die obere Körperhälfte. Die doppelte Bogenverbindung, von denen die eine später zum Ductus Botalli herabsinkt, hindert schon jede scharfe Trennung dieser beiden Kreislaufabschnitte von arterieller Seite. Die Beziehungen der untern Hohlvene zu dem eirunden Loche, der Eustachi'schen Klappe und dem linken Vorhofe leisten das Gleiche für die Venenverhältnisse. Beiderlei Umstände bedingen eine gegenseitige Mischung, deren Grösse mit den Entwicklungsstufen allmälig wechselt. In der Hauptrichtung geht das Blut, das von der obern Körperhälfte als gebrauchtes zurückkommt, durch die obere Hohlvene in den rechten Vorhof, die rechte Kammer und den rechten Schlagaderstamm. Es kann von hier in den Verbindungsbogen mit der Brustaorta und endlich in die Nabelschlagader unter den günstigsten Verhältnissen gelangen. Das Blut der untern Hohlvene, das eine Mischung von gewöhnlich verbrauchtem Körperblut, Lebervenenblut und Fruchtkuchenblut bildet, tritt grösstentheils in den linken Vorhof, gelangt in die linke Kammer und den linken Schlagaderstrom, um sich, so weit es angeht, in der obern Körperhälfte zu verbreiten. Ein anderer Theil dringt auch in die untere

Körperhälfte, um die zu ihrer Ernährung nöthigen Stoffe zu liefern.

Diese Mischung von gebrauchten und erfrischten Blutmassen zeigt, dass das Blut, welches ein Mal durch die Haargefässe gegangen, seine Fähigkeiten noch nicht gänzlich verloren hat und eine partielle Zugabe erfrischten Blutes schon hinreicht.

Die Vorbereitung zur Herstellung des Lungenkreislaufes ändert immer durchgreifender die Verhältnisse des Sabatierschen Kreislaufes. Die Lungenschlagadern bilden zuerst untergeordnete Zweige des rechten Gefässstammes. Sie werden also von dem Blute, das grösstentheils in die untere Körperhälfte übergeht, versorgt. Während sie das Uebergewicht allmälig gewinnen, ändern sich auch die Beziehungen der untern Hohlvene zum linken Vorhofe. Ein immer grösserer Theil ihres Blutes tritt in die rechte Vorkammer, die rechte Kammer und mithin auch in die Lungenschlagadern. Die Lungenblutadern der noch nicht athmenden Lungen ergiessen aber immer mehr venöses Blut in die linke Kammer. Rückt die Zeit der Geburt heran, so empfängt der rechte Vorhof venöses Blut von der obern Hohlvene und eine Mischung von gebrauchtem Körperblute, Lebervenenblute und Fruchtkuchenblute von einem Theile der untern Hohlader. Der grössere Theil fliesst in die Lungenschlagadern und ein kleinerer durch den Botallischen Gang in die Aorta. Der linke Vorhof nimmt viel Lungenvenenblut und eine gewisse Menge gemischten Blutes von der untern Hohlvene durch das eirunde Loch auf. Die ersten Athemzüge oxydiren das durch die Blutschlagadern zugeführte Blut. Da aber der Botalli'sche Gang und das eirunde Loch in den ersten Tagen noch fortbestehen, so mischen sich noch 2 Blutarten, wenn auch im geringen Grade. Schliessen sich jene 2 Verbindungsglieder, so sondern sich auch der grosse und der kleine Kreislauf vollständig. Das Ausbleiben des Fruchtkuchenblutes bedingt es aber indess, dass sich die Hauptwege desselben, die Nabelschlagadern, die Nabelblutadern und der Ductus venosus Arantii in dichte Stränge umwandeln.

Die Ausscheidungen sind beim Fötus im Verhältniss zur Stoffaufnahme nur gering, und es wiegt hier offenbar die Assimilation vor, es gleichen jedoch die Zersetzungsprodukte

denen bei Erwachsenen, und die Absonderungsorgane liefern wahrscheinlich ihre Sekrete, sobald ihre Ausbildung bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten ist. Vorzüglich sind es die Wolffschen Körper und später die Nieren, die Haut und die Schleimdrüsen, welche die Absonderungen liefern. Die Art der Absonderung vor der Bildung dieser Organe ist unbekannt.

Die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte werden durch die Wolffschen Körper und dann durch die Nieren abgesondert. Müller sah bei Vogelembryonen und Bischoff bei Säugethieren ein Sekret sich in den Kanälen der Wolffschen Körper bewegen. Bei menschlichen Embryonen hat man, bei verhindertem Abflusse des Urins durch die Harnröhre, Harnleiter und Urachus ungewöhnlich ausgedehnt gefunden. Litzmann sah mehrere Male Kinder nach der Geburt, und bei Steiss- und Fussgeburten noch vor der Geburt des Kopfes, eine ziemliche Menge Urin von sich geben. Bei denjenigen Thieren, bei denen die Allantois das ganze Fötusleben hindurch besteht, ist das Sekret der Wolffschen Körper und der Nieren der Allantoisflüssigkeit beigemengt.

Die kohlen- und wasserstoffhaltigen Zersetzungsprodukte sollen nach Litzmann beim Fötus zum Theil in der Placenta aus den Nabelarterien ausgeschieden werden, grösstentheils aber unverbrannt durch die Leber abgehen. Nach Litzmann erscheint die Leber beim Fötus schon sehr früh; vom dritten Monate an findet man eine der Galle ähnliche Materie im Darm, bis zum fünften Monate nur im Dünndarm und von grünlich brauner Farbe, später auch im Dickdarm und endlich auch im Mastdarm, wo sie sich, dunkler geworden, als Meconium immer mehr anhäuft. Dasselbe rührt grösstentheils vom Sekrete der Leber her und erhält dadurch seine Färbung, denn bei Missgeburten mit fehlender Leber, oder wo der Darm unterhalb der Einmündung des Gallenganges verschlossen war, fand man in dem untern Theile des Darmes nur eine zähe, weisse, schleimige Flüssigkeit. Das Meconium zeigt nach Simon unter dem Mikroskope ausser einer grünlich gefärbten, amorphen Masse, zahlreiche Epitheliumzellen und Cholestearinkrystalle, seine chemische Zusammensetzung gibt er folgendermaassen an: Cholestearin 16,00, extraktive Materie und Bilifellinsäure 10,40, Kasein 34,00, Bilifellinsäure in Max. des Bilins 6,00, Biliverdin mit Bilifellinsäure 4,00, Zellen, Schleim,

Albumin 20,00. Aeltere Beobachter hatten im Meconium den Gallenfarbestoff und das Gallenharz, Andere auch Gallenstoff gefunden. Die Asche des Meconiums besteht nach Payen aus kohlensaurem Alkali und phosphorsaurem Kalk. Nach Valentin bildet das Kindspech eine Mischung der Gallenbestandtheile, des von der Innenfläche des Darmes losgestossenen Epithelium und einer schleimigen Substanz, die wahrscheinlich theils von der Innenfläche des Nahrungsschlauches abgesondert, theils durch Auflösung der Epithelien entstanden ist. Uebrigens ist der Inhalt der dicken Därme dichter als der dünnen, so dass also eine gewisse Menge von Flüssigkeit schon im Fruchtleben eingesogen wird. In späteren Zeiten findet man auch in der Gallenblase Galle als eine röthliche, schleimige, süsslich oder fade schmeckende Flüssigkeit, die gegen das Ende des Fötallebens grün wird und einen bittern Geschmack bekommt. Sie ist wahrscheinlich nur ein Exkrement, durch welches das Blut sich der kohlen- und wasserstoffhaltigen Zersetzungsprodukte entledigt.

Die Hautdrüsen liefern eine fettige Masse, welche in Verbindung mit den losgestossenen Oberhautblättchen die Käseschmiere, Hautschmiere, vernix caseosa, darstellt, von welcher die ersten bedeutendern Ansammlungen im sechsten Schwangerschaftsmonate aufzutreten pflegen. Buck fand dieselbe zusammengesetzt aus 84,5 Wasser, 5,4 Epithelien und 10,1 Fett.

Nachdem wir nun in dem Vorhergehenden die Schwangerschaftsvorgänge im mütterlichen Organismus dargethan, so wie auch die Entstehung und Fortentwicklung des Eies und des Embryo, wollen wir hier noch die Ansichten Buschs über die Wechselwirkung der Mutter und der Frucht anführen. Wie weit auch immer das Eichen im Eierstock sich unabhängig von der Befruchtung entwickeln mag, so ist es dennoch bis dahin als ein der Mutter angehörender Theil anzusehen. Mit der Befruchtung jedoch beginnt in dem Eie eine nach bestimmten Gesetzen geregelte selbständige Thätigkeit, und die Abhängigkeit des Eies von der Mutter wird nur eine bedingte. Die Mutter, als der Boden, auf dem das Ei sich fortentwickelt, muss in die zu dieser Entwicklung nothwendigen Zustände eingehen; die Fortbildung der Frucht geschieht aber, indem diese durch eigne Thätigkeit die Stoffe aufnimmt und verwandelt, die ihr dargeboten werden. So regt der fruchtbare Bei-

schlaf 2 getrennte, aber in ihren Zwecken übereinstimmende Thätigkeiten an, den Prozess der Schwangerschaft in der Mutter und das Lebensprinzip im Eie. Ohne dass diese sich gegenseitig bedingen, kann aber jede derselben nur da normal erscheinen, wo die andere in ihrer Regelmässigkeit auftritt. Nach Busch soll man eher zu der Annahme berechtigt sein, dass die Abhängigkeit der Schwangerschaftsvorgänge im mütterlichen Organismus von der Entwicklung der Frucht grösser sei, als umgekehrt. Oft die bedeutendsten Krankheiten der Mutter, selbst wenn sie in den Geschlechtsorganen ihren Sitz haben, zeigen auf die Entwicklung der Frucht keinen Einfluss, während die Frucht bei der Extrauterinschwangerschaft sich unter den ungünstigsten Verhältnissen oft ganz vollkommen entwickelt. Nach Al. Harvey soll der mütterliche Organismus durch Vermittlung der Frucht von den Eigenthümlichkeiten des Vaters inokulirt werden, indem die Früchte der folgenden Schwangerschaft Eigenthümlichkeiten des Vaters der ersten Schwangerschaft erkennen lassen. Dieser geringen Abhängigkeit des Fötus im Allgemeinen von der Mutter steht aber gerade die Abhängigkeit in den einzelnen Erscheinungen entgegen. Es ist zwar angegeben, dass die Schwangerschaftserscheinungen im mütterlichen Organismus verschieden sind, je nachdem die Frau mit einem Knaben oder Mädchen schwanger geht; es lässt sich jedoch eine solche Einwirkung nicht mit Bestimmtheit annehmen. Die Einwirkung der Mutter hingegen auf die Bildung der Frucht spricht sich sowohl in der materiellen, als dynamischen Sphäre deutlich aus, so in der Aehnlichkeit in Gesichtsbildung, im Körperbau, in den Constitutionen und Temperamenten, in der Bildung einzelner Organe und Systeme, der geistigen Anlagen und Neigungen. Es lässt sich nicht der Einfluss der Erziehung allein als Ursache solcher Uebereinstimmungen aufstellen.

Von der Geburt und Enthüllung.

Die Geburt ist der Akt, durch welchen die Frucht von der Mutter sich trennt. Wo diese Trennung eine äusserliche ist, erfolgt sie theils rein pflanzlich durch Abfallen der Frucht, indem der Zusammenhang zwischen Mutter und Frucht durch Vertrocknung und Einschrumpfung aufgehoben wird, theils erfolgt sie durch unwillkürliche Bewegung. So verkümmert bei

der Spaltenzeugung ein Streifen des organischen Leibes als Grenzlinie, und die zu beiden Seiten liegenden Theile entwickeln sich und führen dann die Trennung aus; die Bacillarien verschieben sich so lange, bis sie von einander loskommen, ebenso bei den Trichoden. Aehnlich zeigt es sich bei der Sprossenzeugung. Bei der Hydra verengt sich nach Tremblay allmälig die Leibeshöhle der Sprosse, wo sie mit der des Mutterstammes zusammenhängt; haben sie sich abgeschlossen, so trennen sie sich, indem die Mutter oder das Junge oder beide sich mit dem Rande der Nahrungsöffnung am Boden fixiren und sich dann einen Stoss geben.

Wo die Frucht innerhalb des mütterlichen Organismus sich bildet, aber die Geburtswege fehlen, bildet sich ein Ausweg durch Zerreissung oder durch Absterben mütterlicher Organe, ja bei einigen Thieren ist das Absterben der Mutter nothwendig. Bei den eierlegenden Thieren erfolgt die Geburt unter der Form der Exkretion. Zuerst werden die Eier durch veränderte Bildung dem mütterlichen Organismus entfremdet, und dann vom Eileiter durch eine vom Willen zwar unabhängige Bewegung fortgeleitet, jedoch kann die Bewegung durch den Willen des Thieres modifizirt werden. Wo die Eileiter fehlen, werden die Eier durch Bewegungen der Bauchhöhle und Därme entfernt. Auch äussere Verhältnisse wirken ein. Der Blutegel fixirt sich zum Austreiben seiner Eier mit dem Schwanze; die zweischaligen Monoculusarten klammern sich beim Gebären an Pflanzen an; die meisten Fische befördern den Abgang der Eier dadurch, dass sie ihren Leib an Steine oder Wasserpflanzen andrücken; bei den Cephalopoden, wo der Eileiter das Ei nur in den Trichter bringt, wird es aus diesem durch Athmungsbewegung mit dem Wasser ausgetrieben; mehrere Fische stellen sich beim Gebären senkrecht, so dass die Eier theilweise durch ihre Schwere herabgleiten. Bei einigen Batrachiern kommt das Männchen zu Hülfe, indem es durch den Zeugungstrieb bestimmt wird, die zu befruchtenden Eier zu suchen. Beim grünen Wasserfrosche befördert es nur den Anfang des Gebärens, oder die Trennung der Eier vom Eierstocke und ihre Fortsetzung im Eileiter, indem es mit seinen Vorderfüssen den Vorderleib des Weibchens stark zusammendrückt; ohne solche Umarmung werden keine Eier gelegt; hat sie aber so lange gedauert, dass alle Eier bis in die

Blasen am Ende der Eileiter gebracht sind, so legt sie das Weibchen nachher, auch wenn es allein ist. Bei Rana obstetrix hingegen vollendet das Männchen das Gebären, indem es die Eier herauszieht.

Das Hervortreten von Insekten aus dem Körper eines andern Thieres, innerhalb dessen sie ausgebrütet worden sind, ist gewissermaassen als eine zweite Geburt zu betrachten. Das Thier, welches ihnen als Brütestelle gedient, sie geschützt und ernährt hatte, verhält sich gleich einer gebärenden Mutter, und so erfolgt auch die Scheidung bald durch Berstung, bald durch den Tod, bald durch willkürliche Bewegung.

Bei den spät gebärenden Thieren wirkt die willkürliche Bewegung der Mutter und des Jungen gemeinschaftlich, und zwar so, dass bald das eine, bald das andere mehr dazu beiträgt.

Die Enthüllung, das Hervortreten des Embryo aus dem Eie, erfolgt bei den Pflanzen und eierlegenden Thieren nach der Geburt. Sehr schnell nach der Geburt tritt sie bei den Vipern, Blindschleichen und Salamandern ein, indem hier das Ei geboren wird, nachdem der Embryo schon sehr weit entwickelt ist, und die Eihüllen nach der Geburt nur noch abgeworfen werden. In der Regel aber erfolgt die Enthüllung bei den Thieren erst später nach der Geburt, indem zunächst eine weitere Entwicklung des Embryo nothwendig ist. Diese Entwicklung ist in der Mehrzahl vollständig, indem die Enthüllung zugleich das Ende des Embryonallebens bezeichnet. Bei den Pflanzen, sowie bei den Insekten und Batrachiern erfolgt die Enthüllung vor dem Ende des Embryonallebens. Die Insektenlarve kehrt in der Verpuppung nach der ersten Enthüllung nochmals zum latenten Embryonalleben zurück, indem die Haut die Stelle des Eies vertritt; bei der vollkommnern Entwicklung des Insektes wird diese gesprengt, so dass eine zweite Enthüllung erfolgt. Auch bei den Batrachiern vertritt am Schlusse des Larvenzustandes die Abwerfung der Oberhaut die Stelle einer zweiten Enthüllung.

Bei den nacktgebärenden Thieren erfolgt die Enthüllung vor der Geburt, z.B. bei den Muscheln und den Schleimfischen.

Die Enthüllung kommt auf verschiedene Weise zu Stande. Durch Wachsthum und Bildungshergang erfolgt sie bei den Pflanzen, indem durch die Vergrösserung des Embryo die Hüllen auseinandergedrängt werden, diese aber auch in Folge

des Bildungsherganges sich lösen. Bei einigen Thieren der untersten Ordnung wird die Enthüllung durch den Tod der Mutter vermittelt, z. B. bei den Aphiden, bei dem Volvox und einigen Blasenwürmern. Bei den eierlegenden Thieren werden theils die Hüllen des Embryo dünner, mürber und bersten selbst, theils durchbricht der Embryo durch freiwillige Bewegungen die Hüllen. Der Vogelembryo hat auf der Spitze des Oberschnabels ein hartes Höckerchen, welches nach Bechstein und Yarrel mit seiner Spitze immer am stumpfen Ende des Eies anliegt, indem er sich nun etwas um seine Längenachse dreht, schleift er das Höckerchen in einer Kreislinie hin und zerdrückt in dieser Linie die Schale, ohne die Schalenhaut zu verletzen. Dann stemmt er sich mit Kopf und Füssen an, so dass er die Schalenhaut zersprengt und jene Kreisstelle der Schale wie einen Deckel aufhebt. Hat der junge Vogel den Schnabel herausgesteckt, so ruht er, bisweilen einige Stunden, ehe er die Schale vollends zu zerbrechen und herauszukommen sucht. Nach v. Baers Beobachtungen liegt der Kopf gewöhnlich unter dem rechten Flügel, mit der Spitze des Schnabels dicht am Luftraume, so dass dieselbe bei einer geringen Bewegung des Kopfes den Harnsack durchstösst und in den Luftraum dringt, worauf das Athmen schon im Eie beginnt; durch eine stärkere Bewegung des Kopfes wird dann aber auch zugleich die Schale durchbrochen, und ist die Oeffnung erweitert, so streckt der Embryo den Kopf heraus, und nachdem er auf diese Weise eine Zeit lang freie Luft geathmet hat, während der Harnsack abstirbt, kriecht er vollends aus. Hiernach scheint es, dass ein vollständigeres Athmen die Kraft und den Trieb, sich vom Eie zu befreien, hervorruft.

Mehrere Insekten legen das Geniste so an, dass die Larven zur rechten Zeit ihren Ausgang finden, und hin und wieder öffnet die Mutter selbst ihren Jungen den Ausweg, z. B. bei den Säugethieren, den Bienen und Ameisen; selbst Vögel thun dieses mitunter und Krokodille kehren zu diesem Endzwecke zu den Eiern zurück.

Bei den Säugethieren erfolgen Enthüllung und Geburt zu gleicher Zeit, und derselbe Prozess, welcher den Fötus aus dem mütterlichen Organismus austreibt, bewirkt auch dessen Enthüllung. Beide Vorgänge werden daher unter der Geburt zugleich abgehandelt. Diese erfolgt bei den Säugethieren

lediglich durch die Mutter, in Folge der Geburtsthätigkeit, an welcher die Frucht weder einen direkten noch indirekten Antheil nimmt. Durch die in der Gebärmutter auftretenden Kontraktionen wird die Geburt und Enthüllung bewirkt, und wir sind nicht zu der Annahme berechtigt, dass die Frucht in der Erregung dieser Kontraktionen auf irgend eine mechanische oder dynamische Weise thätig ist. Wenn behauptet worden ist, dass gegen das Ende der Schwangerschaft die Wechselwirkung zwischen Mutter und Kind aufgehoben ist, und dieses letztere daher als fremder Körper die Gebärmutter zur Ausstossung anreize, so wird sich nicht allein das Falsche dieser mechanischen Ansicht herausstellen, vielmehr ist auch anzunehmen, dass die Wechselwirkung zwischen Mutter und Frucht nicht durch Bildungshergang gestört werde, und nur durch die Kontraktionen der Gebärmutter wird die Zirkulation des Blutes in dem mütterlichen Theile der Placenta gehindert, während die Placenta fötalis in ihren Funktionen nicht direkt beeinträchtigt wird. Die Nabelschnur pulsirt daher noch im neugebornen Kinde, während die Gebärmuttergefässe nach der Trennung der Placenta im normalen Zustande nur wenig Blut ausscheiden.

Zum Beweise, dass die Geburt nicht durch die Frucht bedingt werde, lässt sich anführen, dass in dem Fötus während der Geburt keine Thätigkeit wahrzunehmen ist, welche diese auch nur befördern könnte; der Fötus folgt im Gegentheil nur dem mechanischen Drucke der Gebärmutter. Es entwickelt sich ferner der Embryo von seiner ersten Entstehung an stetig fort und es ist durch ihn der regelmässige Eintritt der Geburt in der 40. Schwangerschaftswoche nicht erklärlich, da zu dieser Zeit keine besondern hierzu geeigneten Veränderungen in ihm vorgehen. Er würde immer nur durch seine grössere Ausbildung die Geburt anregen können; dass dieses aber nicht der Fall ist, geht deutlich aus dem Umstande hervor, dass die Gebärmutter sich schon nach der 36. Schwangerschaftswoche zusammenzieht. Einen ferneren Beweis, dass der Uterus durch eigenthümliche Thätigkeit den Fötus ausstosse, liefern die Spät- und Frühgeburten. Bei den ersteren treten zur normalen Zeit in der Mehrzahl der Fälle Wehen auf, und nur anderweitige Umstände verhindern das Vonstattengehen der Geburt. Die Ursachen, welche anderseits die Früh-

geburt herbeiführen, sind grösstentheils in dem mütterlichen Organismus begründet oder wirken auf denselben ein. Einwirkungen auf die Frucht müssen viel intensiver sein, um die Geburtsthätigkeit anzuregen, sie zerstören in der Regel das Leben derselben und secundär treten dann erst Wehen auf. Auch bei der Schwangerschaft ausserhalb der Gebärmutter lässt diese nach der 40. Schwangerschaftswoche die Geburtsthätigkeit erkennen, was ebenfalls erweist, dass diese Funktion wesentlich ihr angehöre.

Die Entwicklung der Gebärmutter während der Schwangerschaft und die Thätigkeit derselben während der Geburt zeigen ferner deutlich, dass die Geburt eine wesentliche Funktion dieses Organes sei. Die Muskelentwicklung im Uterus steht mit der Ernährung des Fötus in keiner Beziehung und hat lediglich die Geburt zu ihrem Endzwecke; sie durchläuft hierbei auch einen besondern Zyklus von Erscheinungen, denn die Muskelkontraktionen treten nicht plötzlich zur Zeit der Geburt auf, schon mit dem Ende des 9. Mondsmonates beginnt die Gebärmutter sich zur Geburt vorzubereiten, indem sie das Ei fester umschliesst und hierbei schon häufig Wehen auftreten. Auch nach der Ausstossung des Fötus dauern diese Kontraktionen fort, und die Nachwehen sind um so stärker, je schneller die Geburt erfolgte. Sie treten sogar auch dann ein, wenn der Fötus sich ausserhalb der Gebärmutter entwickelt hat. Der Mechanismus der Geburt, den wir hier nicht näher darthun können, zeigt endlich auf das Bestimmteste, dass der Fötus lediglich der Muskelthätigkeit der Gebärmutter, welche durch die Bauchmuskeln unterstützt wird, folgt.

Das Auftreten der Kontraktionen am Ende der Schwangerschaft will Litzmann nicht durch die Ausbildung der Muskulatur erklären, weil bei frühzeitigen Geburten keine Abweichungen in dem Mechanismus und der Kraft der Bewegung wahrgenommen werden. Nach ihm geht der Impuls der Bewegung vom Nervensysteme aus. Wenn die Zunahme der Nervenmasse in der Schwangerschaft nach Remak nur die sympathischen (motorischen) Fasern betrifft, so könnte man annehmen, dass die motorischen Nerven des Uterus, sobald sie am Ende der Schwangerschaft ihre volle Ausbildung erlangt hätten, in Wirksamkeit treten und den Impuls zur Bewegung geben. Dabei käme die Frage in Betracht, ob bei

den unwillkürlichen Bewegungen der vom Nervus sympathicus abhängigen Organe der Grund der Bewegung sowohl, wie ihres Typus, lediglich in den motorischen Nerven zu suchen sei, oder ob sie als Reflexbewegungen angesehen werden müssten. Nach Litzmann ist das Erstere wahrscheinlich, weil auch die von cerebrospinalen Nerven versorgten Muskeln ohne einen besonderen Willensimpuls beständig aus innerem, rein motorischem Antriebe thätig sind. In Bezug auf die Geburtsthätigkeit muss jedoch bedacht werden, dass die motorischen Nerven des Uterus, durch Reize verschiedener Art, schon zu jeder Zeit der Schwangerschaft in Thätigkeit versetzt werden, selbst ausser der Schwangerschaft beim Coitus und vielleicht auch während der Menstruation, obwohl hier die Bewegungen nur momentan und unvollkommen sind. Es bliebe demnach nur die Annahme übrig, dass die Selbstbestimmung zur Thätigkeit in den motorischen Nerven des Uterus nur dann eintrete, wenn sie ihre volle Ausbildung erreicht hätten, dass aber nichtsdestoweniger die Thätigkeit schon früher durch anomale Reize hervorgerufen werden könnte.

Während nun die Muskelkontraktionen als wesentliche Triebfeder der Geburt anzusehen sind, tritt Erweichung und Zunahme der Geschmeidigkeit in den Geburtswegen als wesentliches Beförderungsmittel der Geburt auf. Schon während der Schwangerschaft zeigt sich diese Veränderung im Körper des Uterus und verbreitet sich dann gegen den Hals. Ebenso erhalten Vagina und Damm mehr Dehnbarkeit, die Schamlippen turgesciren und der After wird dick und wulstig. Die Schleimhaut der Vagina wird lockerer, und sowohl im Uterus als in derselben findet vermehrte Absonderung statt, so dass die Wege schlüpfrig werden. Alle an die Geburtswege grenzenden Gebilde, Harnblase und Mastdarm, nehmen überdiess auch durch Nervenreflex und durch mechanische Einwirkung Antheil, daher schon in den letzten Wochen öfter Drang zum Uriniren und zum Stuhlgange.

Während der Geburt tritt der Fötus durch den Muttermund, das Becken und die Scheide nach Aussen, und zerreisst die Eihäute, welche er in der Gebärmutter zurücklässt; die Eröffnung des Muttermundes erfolgt durch die Wehen selbst. Ueber die Art und Weise, in welcher sich die Gebärmutter zusammenzieht, sind vielfache Ansichten aufgestellt; wir

schliessen uns der von Busch angegebenen an. Nach ihm bedingen die Kontraktionen der Gebärmutter eine Verkleinerung dieses Organes nach allen Richtungen hin, es sind bei derselben alle Fasern gleich kontrahirt. Wenn die Wehe auch, was anzunehmen, vom Grunde anfängt, so erstreckt sie sich doch bald über die ganze Gebärmutter, und währt im Grunde noch fort, wenn sie den Muttermund bereits erreicht hat. Dieser erweitert sich bei derselben nicht, er zieht sich vielmehr ebenfalls zusammen und umschliesst das Ei fester, so dass man bei dem Untersuchen während der Wehe nicht zwischen dem vorliegenden Kindstheile und der Gebärmutter mit dem Finger eindringen kann, obgleich im Anfange der Geburt der Fötus nicht tiefer herabgetreten ist. Es erhalten aber bei diesen Kontraktionen, bei welchen die Gebärmutter sich sowohl in der Länge als in der Breite zu verkleinern bestrebt, die Längenfasern das Uebergewicht, in Folge dessen sich der Muttermund öffnet und erweitert, und erst dann wirken die Wehen kräftig auf das Herabtreten der Frucht ein, welches nun sowohl durch die Längs- als Ringsfasern der Gebärmutter bewirkt wird.

Die Scheide zeigt bei den Zusammenziehungen der Gebärmutter ähnliche Bewegungen, sie zieht sich zusammen, anfangs nach allen Richtungen, später besonders in der Längendimension, wird kürzer und weiter. Wenn der Kopf die Scheide erreicht hat, werden die Kontraktionen kräftiger, dienen jedoch mehr zur Leitung des Kopfes als zur Herabtreibung der Frucht.

Durch die Wirkungen dieser Kontraktionen und durch die Form des Beckens, sowie durch die Thätigkeit der im Becken befindlichen Muskeln, namentlich der Mm. obturatorii interni und pyriformes, und durch die Mm. levatores ani, coccygei und transversi perinaei wird der Mechanismus der Geburt, d. h. die Art und Weise, in welcher der Fötus sich zu den mütterlichen Theilen stellt und durch die Geburtswege hindurchdringt, geleitet. Diese Bewegung ist eine schraubenförmige, und bei den normalen Kopfgeburten folgende. Der gerade Durchmesser des Beckeneinganges lässt das Eintreten des grossen Durchmessers des Kopfes ebensowenig, als die Breite der Hüften des Kindes in dieser Richtung zu, wohl aber ist das Eintreten des Kopfes, mit seinem grösseren Durchmesser, in dem queren

und schiefen Durchmesser des Beckens gestattet. Die Geburt beginnt mit dem Eindringen des grossen Kopfdurchmessers in den schiefen Durchmesser des Beckeneinganges. Indem sich der Kopf unter fortdauernden Wehen durch das Becken bewegt, geht der grosse Durchmesser des Kopfes in den geraden Durchmesser der Beckenhöhle ein, so dass, bei der gewöhnlichsten Art der Kopfgeburt, Schädel und Hinterhaupt nunmehr unter den Schoosbogen gerathen, während das Gesicht der Aushöhlung des Kreuzbeines zugewandt ist. Bei der Krümmung des Beckenkanals beschreibt der an der vordern Beckenwand herabsteigende Theil des Kindes einen kleinen, der an der hintern Wand des Beckens herabgleitende Theil einen grössern Bogen.

In den späteren Perioden der Geburt wirken auch Zwerchfell und Bauchmuskeln mit, welche Thätigkeit man als Bauchpresse bezeichnet hat. Es findet hierbei eine Kombination inspiratorischer und exspiratorischer Bewegungen statt. Nach einer tiefen Inspiration, mit kräftiger Zusammenziehung des Zwerchfelles, schliesst sich die Stimmritze, der Athem wird angehalten und nun kontrahiren sich die Bauchmuskeln, die Mm. abdominis recti, transversi, obliqui externi und interni und quadrati lumborum. So wird die Bauchhöhle gleichzeitig von oben, von vorn und von den Seiten verengt, der Uterus komprimirt und die Austreibung seines Inhaltes in diagonaler Richtung, der Beckenaxe entsprechend, unterstützt, was der mehr wagerechte Verlauf der Mm. recti beim Weibe offenbar begünstigt. Ausserdem wird der Uterus selbst durch den Druck, den er von jenen Muskeln erfährt, zu starker Thätigkeit angeregt, und endlich, namentlich gegen das Ende der Geburt, zumal durch die Mm. recti, in der gehörigen Richtung zu der nach vorn sich krümmenden Beckenaxe fixirt. Die genannten, dem Willen unterworfenen Muskeln ziehen sich übrigens in der zweiten Hälfte der Geburt unwillkürlich und zwar in Folge von Reflexbewegungen zusammen; denn es tritt dieses nicht früher ein, als bis sich der Muttermund mehr oder weniger vollständig über den vorangehenden Kindestheil zurückgezogen hat, und dieser auf die Weichtheile des Beckens zu drücken beginnt. Sie schliessen sich dann, wie die Scheidenwehen, unmittelbar an den Beginn der Uterinwehen an. Gleichzeitig gesellen sich noch die Aktionen anderer willkür-

licher Muskeln jetzt ebenfalls unwillkürlich hinzu; die Kreissende stemmt die Füsse fest, mit angezogenen Knieen, ergreift mit den Händen einen Anhaltspunkt, fixirt auf diese Weise das Becken und beugt den Oberkörper nach vorn. Die Mitwirkung der Bauchpresse ist übrigens nicht unbedingt nothwendig, und wenn sie Haller als Hauptagens ansah, so überschätzte er sie.

Was die Enthüllung betrifft, so ist schon angegeben, dass während der Geburt der Fötus in Folge der Gebärmutterkontraktionen die Eihäute zerreisst und aus denselben hervortritt; die vollständige Trennung des Neugebornen vom Eie erfolgt jedoch erst später. Nachdem das Kind geboren und noch mit dem Fruchtkuchen durch den Nabelstrang in Verbindung steht, werden Fruchtkuchen und Eihüllen ebenfalls aus den Geburtswegen entfernt, und es erfolgt dann die vollständige Trennung, entweder auf organische Weise oder durch Willkür. Bei den Säugethieren, welche stehend gebären, wird der Nabelstrang durch das Gewicht des bei der Geburt herabstürzenden Jungen zerrissen, weil er theils zu kurz ist, um bis auf den Boden zu reichen, theils wegen des mit dem Fruchthälter weniger innig verbundenen und daher früher welkenden Fruchtkuchens mehr mürbe ist. Beim Menschen geschieht dieses nur ausnahmsweise, wenn das Weib stehend gebärt und der Nabelstrang sehr kurz ist, oder wenn das Kind aus den Geburtswegen mit ungeschickter Gewalt hervorgezogen wird und der Nabelstrang ungewöhnlich welk und saftlos ist. In diesen Fällen reisst er meist in der Nähe des Fruchtkuchens ab, da er von hier aus abstirbt, also am mürbsten ist. Thiere, welche liegend gebären, beissen den Nabelstrang durch. Bei civilisirten Völkern wird der Nabelstrang künstlich durchschnitten.

Das Absterben und Ablösen des mit dem Kinde noch zusammenhängenden Stückes des Nabelstranges ist eine Fortsetzung der Enthüllung, und wird dadurch bewirkt, dass der Nabelstrang, nach aufgegebener Beziehung zum Fruchtkuchen, seine Bedeutung verloren hat, von seinem Fruchtkuchenende abstirbt und vom lebenden Organismus als Fremdes abgestossen wird.

Der Geburtsvorgang wird, wie gezeigt worden ist, wesentlich durch die Wehenthätigkeit vollbracht. Diese tritt selb-

ständig auf, indem die Muskelfasern der Gebärmutter sich zusammenziehen, wozu es weder eines primären Blutandranges, noch einer Nervenaufregung bedarf, wie viele Autoren annehmen. Die Wehen treten periodisch auf, die Periodizität ist an keine fest bestimmten Gesetze gebunden; immer aber kehren im Anfange der Geburt die Wehen in langen Zwischenräumen zurück und setzen hier oft eine halbe bis ganze Stunde aus. Im weiteren Verlaufe der Geburt kehren sie schneller zurück, in einigen Minuten. Die einzelnen Wehen zeigen sich je nach der Geburtszeit verschieden. Anfangs sind sie kurz und schwach, später werden sie langandauernd und heftig. Jede einzelne Wehe zeigt in ihrem Verlaufe einen schwachen Anfang, steigert sich alsdann und nimmt wieder ab.

Die Wehe bedingt einen Schmerz, der dem Grade nach, bei normalem Verhältnisse, mit der Intensität der Wehe übereinstimmt. Indessen sind Abweichungen hiervon nicht selten, und die Geburt hiernach mehr oder weniger schmerzhaft. Man hat den Schmerz durch den Druck des Kindes auf die mütterlichen Theile erklären wollen, er kann jedoch hierdurch allein nicht bedingt werden, da er bei der Extrauterinschwangerschaft nicht fehlt und auch die Nachwehen schmerzhaft sind. Die Schmerzen sind theils durch die Zusammenziehungen der Gebärmutter selbst begründet, theils durch Druck, und zwar zeigt der Schmerz hiernach folgende Verschiedenheiten. Die eine Art des Schmerzes wird durch die Zusammenziehungen der Gebärmutter, durch die Verkleinerung ihrer Wandungen und durch den Druck auf die Nerven dieses Organes selbst veranlasst und stellt ein schmerzhaftes Drängen dar. In der zweiten Geburtsperiode bedingt die Ausdehnung der Nerven des Gebärmutterhalses eine andere und bei Erstgebärenden oft sehr grosse Schmerzhaftigkeit. Später erzeugt der Druck des Kindskopfes auf die Sacralnerven bedeutende Kreuz- und Schenkelschmerzen, und bei dem Durchschneiden des Kopfes ist die Ausdehnung der äusseren Geschlechtstheile, besonders bei Erstgebärenden, der Grund sehr heftiger Schmerzen.

Vom Wochenbette.

Mit der Ausstossung des Kindes und der Nachgeburt treten in dem mütterlichen Organismus 2 Reihen von Erscheinungen auf, von denen die eine dem Rückbildungsprozesse

aus dem Schwangerschaftszustande angehört und das Wochenbett begründet, die andere sich auf die Ernährung des neugebornen Kindes bezieht und das Säugungsgeschäft darstellt.

Die Erscheinungen des Wochenbettes sind sowohl örtliche, als allgemeine.

Zu den ersteren gehören hauptsächlich die Veränderungen in der Gebärmutter, nächstdem die der Scheide der äusseren Geburtstheile und der übrigen Beckenorgane.

Die Veränderungen der Gebärmutter während des Wochenbettes, die Rückbildung aus dem schwangeren Zustande, werden theils durch Kontraktionen, theils durch materielle Ausscheidungen bedingt. Die Kontraktionen treten in der ersten Zeit in der Gestalt der Nachwehen auf. Sie sind im Allgemeinen um so zahlreicher und heftiger, je mehr der Uterus in der Schwangerschaft ausgedehnt war, je weniger Zusammenziehungen auf die Geburt selbst verwandt wurden, und je mehr Geburten schon vorangegangen waren. Sie fehlen auch bei den Erstgebärenden nicht ganz, sind aber schwächer und werden deshalb leicht übersehen. In der Regel sind sie wenig schmerzhaft, doch können sie auch bei Mehrgebärenden, zumal nach schnellen Geburten, sehr qualvoll sein; Spinalschmerz beim Druck ist fast immer vorhanden. Sie haben einen unregelmässigeren Rhythmus als die Geburtswehen, und halten wahrnehmbar nicht über den 8. bis 14. Tag an. Sie scheinen auf Grund und Körper des Uterus beschränkt, bewirken hier durch Zusammenziehung der Längs- und Quermuskeln eine allseitige Verkleinerung; am Halse findet blos Verengung, aber nicht Verkürzung statt.

Was die materiellen Ausscheidungen aus der Gebärmutter betrifft, so wird, nachdem anfangs, gleich nach der Ausstossung der Placenta, reines Blut aus den offenen Gefässmündungen, namentlich an der Stelle, wo die Placenta sass, entleert wurde, ein solcher Ausfluss 12 bis 14 Stunden in grösserem oder geringerem Grade anhielt, nach dieser Zeit eine blassere und wässerige Flüssigkeit, dem Fleischwasser ähnlich, aus der Gebärmutter sezernirt, welche nach einigen Tagen wieder ihre Beschaffenheit ändert, eiweissstoffähnlich, weiss erscheint und einen eigenthümlichen, spezifischen Geruch annimmt, allmälig an Menge abnimmt, und nach 14 Tagen bis 3 Wochen gänzlich aufhört. Dieser Ausfluss, Lochialfluss,

Wochenreinigung, wird nach seiner Beschaffenheit in Lochia rubra, serosa und lactea eingetheilt, und zeigt sich in Bezug auf Menge, Dauer und Beschaffenheit sehr verschieden. Nach leichten und schnellen Geburten pflegt er länger andauernd und reichlicher zu sein; so daher bei Mehrgebärenden. Vollblütige Subjekte, bei denen die Menstruation sehr reichlich war, und andererseits erschlaffte, zu Schleimflüssen geneigte, haben ebenfalls eine verhältnissmässig starke Wochenreinigung. Bei Säugenden ist sie schwächer, als bei nichtsäugenden Frauen; auch mit dem Wochenschweisse tritt sie in ein vikariirendes Verhältniss.

Gruby und Scherer haben die Lochien genauer untersucht; nach ihnen geht mit dem Nachlasse der eigentlichen Blutung, in den ersten Tagen des Wochenbettes, eine ziemlich schleimige, braunrothe, blutige, mit einzelnen Flocken und Fetzen gemischte Flüssigkeit, ohne besonderen Geruch und von neutraler Reaktion, aus den Geschlechtstheilen ab, die aufgefangen beim Stehen keinen Kuchen bildet, sondern sich in einen lockeren, braun- oder graurothen Bodensatz und ein helles, später von aufgelöstem Blutroth mehr oder weniger gefärbtes Serum scheidet. Nur wenn ein neuer Bluterguss aus den Uteringefässen statthatte, ist hellrothes und koagulirendes Blut der Flüssigkeit beigemengt. Unter dem Mikroskope zeigen sich in derselben zahlreiche Blutkörperchen, deren Menge allmälig abnimmt, anfangs normal, später mehr verändert, aufgequollen, mit unregelmässig gezackten Rändern und leicht in Wasser sich lösendem oder gelöstem Farbestoff; ferner Flimmer-, Zylinder- und Pflasterephithelien, deren Menge sich ebenfalls vermindert; Fetttröpfchen oft in bedeutender Zahl im Serum suspendirt, und endlich die Elemente des Eiters in verschiedenen Entwicklungsstufen, wahre Eiterzellen, Entzündungskugeln, Körnchenzellen und Elementarkörnchen (theils Bildungsanfang, theils Zerfall), anfangs sparsam, allmälig aber wachsend an Zahl. Die chemische Analyse weist in der Flüssigkeit vorherrschend Haematoglobulin und Albumin, aber keinen Faserstoff, und ausserdem Fett, wohl grösstentheils ein Sekret der Talgdrüsen der Geschlechtstheile, nach. Vom 3. oder 4. Tage an wird die Flüssigkeit mehr schmutzig, grünlich oder bräunlich, missfarbig, verbreitet einen starken, widerlichen Geruch, reagirt alkalisch und sondert sich

bei längerem Stehen in einen missfarbigen, graurothen oder bräunlichen Bodensatz und ein ebenfalls missfarbiges, grünlich-gelbes Serum. Die Blutkörperchen sind mehr und mehr geschwunden, die vorhandenen gezackt, kollabirt, im Zerfall begriffen, auch die Epithelien haben sich verloren, dagegen hat die Menge der Eiterzellen und Elementarkörnchen bedeutend zugenommen. Bei der chemischen Analyse entwickelt die Flüssigkeit jetzt bedeutende Mengen Ammoniaks, das theils der Fäulniss der von der Placenta abgestossenen Massen, theils vielleicht der Zersetzung der Uterinsubstanz selbst seinen Ursprung verdankt. Bisweilen setzen sich spontan Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia an der Oberfläche der Flüssigkeit und den Wänden des Gefässes ab. Das im Serum nach dem Kochen durch das Alkali noch in Lösung erhaltene Albumin scheidet sich beim Zusatz von Salpetersäure in Gestalt bräunlicher Flocken aus. Nach dem 5. oder 6. Tage nimmt die Menge des Sekretes ab, es wird heller, weniger missfarbig, verliert seinen unangenehmen Geruch und seine alkalische Reaktion und trennt sich bei längerem Stehen in ein blassröthliches oder gelbliches Serum und ein weisses, dickes, eiterartiges oder zähes, fadenziehendes, gelatinöses Sediment. Blutkörperchen sind nicht mehr in der Flüssigkeit vorhanden, die Elementarkörnchen und Eiterzellen haben an Zahl abgenommen, und die vorhandenen Zellen verrathen ihren Uebergang in Epithelien durch ihren grössern Durchmesser, die Schwerlöslichkeit in Essigsäure, die Untheilbarkeit der Kerne und die Anreihung aneinander mit polygonaler Abplattung. Die Ammoniakentwicklung hört auf, und statt des unverwandelten Albumins enthält das Sekret Schleimstoff. Ein einfacher Schleimabgang dauert nun noch mehrere Wochen an und verliert sich allmälig.

Der Lochialfluss wird theilweise durch Ausleerung, theilweise durch Sekretion bedingt. Zuerst entleeren die Gefässe aus den offenen Mündungen auf der inneren Oberfläche der Gebärmutter, durch allmälige Kontraktionen dieses Organes, einen Theil des in ihnen enthaltenen Blutes; später wird auch die in den Wandungen und auf der innern Oberfläche der Gebärmutter während der Schwangerschaft abgelagerte Substanz aufgelöst und durch einen eigenthümlichen Resorptionsprozess durch die lymphatischen Gefässe ausgeschieden. Auch

Stoffe aus dem Blut- und Lymphsystem scheinen durch den Lochialfluss entfernt zu werden, worauf die bedeutenden Folgen einer Unterdrückung desselben hinweisen, und er bedingt so nicht allein die Rückbildung der beschwängerten Gebärmutter, vielmehr auch eine Reduktion des allgemeinen plethorischen und lymphatischen Zustandes.

Besonders wichtig sind die Beobachtungen über die Veränderungen an der Placentarfläche der Gebärmutter. Litzmann gibt hierüber Folgendes an. Durch die Geburtswehen sind die weichen, dünnhäutigen Uteringefässe an ihrer Eintrittstelle in die Placenta foetalis zerrissen. Das in ihnen enthaltene Blut wird durch die Nachwehen theils rückwärts in solche Gefässe, in denen noch der Kreislauf besteht, theils in die Höhle des Uterus gepresst, der Rest desselben gerinnt, und bildet nach Resorption der flüssigen Bestandtheile feste, die Venenmündungen verschliessende Pfröpfe. Die einzelnen Venenstümpfe, durch ein zwischen sie eingefilztes Blutkoagulum und Exsudat mit einander verklebt, bilden höckrige, fleischartige Massen, die häufig für zurückgebliebene Theile der Placenta foetalis gehalten wurden. Unter dem Koagulum, das sich mit Leichtigkeit abziehen liess, war die Schleimhaut grösstentheils zerstört und die Muskelhaut blosgestellt.

Unter diesen Vorgängen kehrt die Gebärmutter wieder zu ihrer früheren Gestalt zurück, und zwar im umgekehrten Verhältniss zur Ausdehnung während der Schwangerschaft, indem sich zuerst der Körper, dann der Grund und zuletzt der Hals zusammenzieht. Gleich nach der Geburt ist der Uterus in der Regel hart und fest zusammengezogen, erschlafft jedoch wieder und zieht sich dann mehr allmälig zusammen. Nach 2 bis 3 Tagen ragt er noch 2 bis 3 Zoll über die Schambeine hervor, hat dann eine Länge von 6 und eine Breite von 4 Zoll. Am 9. bis 12. Tage ist er in der Regel nicht mehr über dem Schambeine zu fühlen. Die Gestalt der Gebärmutterhöhle, und somit die des ganzen Organismus, ändert sich ebenfalls bald nach der Entbindung. Indem die vordere Wand sich der hinteren nähert, wird die Gebärmutter wieder platt; der Körper verengt sich schon in den ersten Tagen und kehrt, sowie auch der Grund, bald zu seiner frühern Gestalt zurück. Der Muttermund ist hingegen am ersten Tage noch geöffnet, die Vaginalportion fehlt noch gänzlich und fängt erst nach und

nach an ebenso zu wachsen, wie sie sich in der Schwangerschaft verkürzt hatte. Erst in der 2. Woche findet man sie in einer Länge von ungefähr 3 Linien. Es fängt dann der innere Muttermund an sich zu verschliessen. In der 6. Woche erscheint die Vaginalportion in einer Länge von 6 bis 9 Linien. Indem die Muttermundslippen sich verkleinern oder zusammenziehen, vernarben die während der Geburt erfolgten Risse, bleiben aber als härtliche Linien oder Punkte erkennbar.

Ganz erreicht die Gebärmutter jedoch die jungfräuliche Form und Grösse nicht wieder. Auch die Struktur der Gebärmutter kehrt wieder zu der früheren zurück. Parallel der Verkleinerung des Uterus, kontrahirt sich der Pritonaealüberzug desselben, die breiten Mutterbänder falten sich wieder und die Tuben treten in ihre frühere Stellung zum Uterus zurück. Die runden Mutterbänder werden dünner und blässer, die Scheidenhaut legt sich wieder in Falten; die entfalteten kleinen Schamlippen stellen sich unmittelbar nach der Geburt wieder her. Auch der Damm zieht sich bereits in den ersten 24 Stunden so stark zusammen, dass seine Breite von 4″ bis 6″ auf 2″ reduzirt wird. Die Bauchhaut bleibt noch längere Zeit ungleich.

Durch die Entleerung und Verkleinerung des Uterus werden die mechanischen Verhältnisse in der Lage der Becken- und Unterleibsorgane verändert, und auch der während der Schwangerschaft bestandene Druck auf die Respirationsorgane aufgehoben. Es tritt in dieser Beziehung der normale Zustand wieder ein.

Neben diesen lokalen Erscheinungen wird das Wochenbett von sehr wesentlichen allgemeinen Vorgängen begleitet, durch welche der Gesammtorganismus zu dem früheren Zustande zurückgeführt wird. Nachdem zunächst nach der Geburt eine allgemeine Abspannung eingetreten, tritt Schlaf ein. Aus diesem erwacht die Wöchnerin gestärkt, und es bildet sich dann bald eine gesteigerte Hautthätigkeit aus, die wesentlich dadurch bedingt wird, dass das Blut, dessen Strömung nach den Unterleibsorganen bisher vorwaltete, nunmehr nach der Peripherie sich wendete. Diese Veränderung ist mit einem eigenthümlichen Frostgefühl verbunden, welchem bald Wärme der Haut und Schweiss folgt. Dieser Schweiss, der soge-

nannte Wochenschweiss, ist eine wesentliche Erscheinung des Wochenbettes, durch welchen eine Verminderung der im Organismus enthaltenen reproduktiven Stoffe, sowie Ableitung des Saftandranges nach den inneren Organen, bewirkt wird. Der Schweiss der Wöchnerinnen riecht auffallend sauer und ist reicher an Milchsäure; Anselmino hat auch freie Essigsäure darin gefunden. Er ist gleichmässig über die ganze Haut verbreitet, bricht öfters in Paroxysmen aus, zwei- bis dreimal in 24 Stunden, und verliert sich in der Regel allmälig nach dem 9. Tage.

Die Lungen, welche während der Schwangerschaft theils durch das nach oben gedrängte Zwerchfell, theils durch die veränderte Blutströmung, theils durch die eigenthümliche Qualität des Blutes, in ihrer Funktion unthätiger erscheinen, zeigen sich im Wochenbette wieder thätiger, und auch in dem Blute gehen wichtige chemische Metamorphosen vor, die theils in der allmäligen Zersetzung der neugebildeten Uterinsubstanz, theils in der beginnenden Milchsekretion beruhen. In dem sauer reagirenden Blute, das sich im Herzen der an Puerperalfieber verstorbenen Wöchnerinnen befand, wies Scherer freie Milchsäure nach. Es verliert sich zugleich die bei Schwangeren fast immer vorhandene allgemeine Plethora.

Die Verdauungsorgane zeigen sich im Anfange des Wochenbettes unthätiger, der Appetit ist vermindert, die Verdauung herabgestimmt und die Ausleerungen setzen in den ersten Tagen ganz aus. Erst allmälig tritt auch hier der frühere Zustand wieder ein.

Die Leber, welche schon an den Schwangerschaftsveränderungen einen so wichtigen Antheil genommen, zeigt einen nicht geringeren an den Veränderungen im Wochenbette, welcher jedoch physiologisch und pathologisch noch nicht hinreichend aufgeklärt ist. Bei den wichtigsten Krankheiten des Wochenbettes erscheint das Venensystem vorzüglich affizirt, die meisten fieberhaften Krankheiten nehmen leicht den biliösen Charakter an, und viele Frauen werden in dem Wochenbette von einem fixen, oft lang anhaltenden Schmerze in der rechten Seite an der Stelle der Leber ergriffen.

Das Nervensystem, das in der Schwangerschaft eine bedeutende Umstimmung erleidet und durch die Geburt selbst

heftig affizirt wird, tritt allmälig zu dem frühern Zustande zurück.

Die Dauer des Wochenbettes wird in der Regel auf 6 Wochen angenommen, in welcher Zeit der mütterliche Organismus die Rückbildung vollständig durchgeführt hat. Es zeigt sich aber hierin bei den verschiedenen Individuen eine grosse Verschiedenheit, welche sich noch steigert, wenn man nur denjenigen Zustand des Wochenbettes in Betracht zieht, in welchem die Wöchnerin in dem Grade affizirt ist, dass sie das Bett hüten muss. Frauen der niederen Stände verlassen oft schon nach einigen Tagen das Wochenbett ohne Nachtheil; verweichlichte Frauen müssen hingegen 10 bis 14 Tage in demselben verbleiben.

Von dem Säugungsgeschäfte.

Wenn durch die Geburt die Frucht von der Mutter getrennt worden, so tritt fast im ganzen Thierreiche eine neue Beziehung zwischen beiden ein, bei welcher die Mutter für die erste Ernährung des Neugebornen sorgt. Diese Beihülfe der Mutter ist aber von verschiedenem Grade und steht nach Burdach im geraden Verhältnisse zu der Stufe der Gattung in der Thierreihe, und im umgekehrten Verhältnisse zu der Entwicklungsstufe des zur Welt gekommenen Jungen. Bei den meisten wirbellosen Thieren und Fischen genügt es, ihre Eier in ein solches Medium zu bringen, in welchem das Junge nach seiner Enthüllung die passende Nahrung findet. Bei mehreren Mollusken, Insekten und Batrachiern ist dem Eie das Geniste mitgegeben, welches als erste Nahrung nach der Enthüllung dient. Bei allen Land- und einigen Wasservögeln führt die Mutter ihre Jungen nach der Enthüllung an Orte, wo sie das gehörige Futter finden, welches sie ihnen somit nicht unmittelbar gibt. In weiterer Entwicklung, so bei den geselligen Insekten, bei allen Wald-, Sing- und Sumpfvögeln, einigen Wasservögeln und den Säugethieren gibt die Mutter selbst die Nahrung, und zwar sucht sie entweder nur das geeignete Futter aus und bringt es den Jungen, oder sie hat die Nahrungsstoffe zu assimiliren und zu verdauen angefangen, so bei den Bienen, Wespen, Hummeln, Tauben, den meisten Sumpfvögeln, einigen Wasservögeln, einigen Singvögeln, oder sie bildet die Nahrung durch Sekretion in ihrem eignen Körper,

so die Mammalien, welche zu diesem Endzwecke mit eignen Drüsen, den Milchdrüsen, versehen sind, von welchen die Nahrungsflüssigkeit, die Milch, sezernirt wird. Bei den meisten Thieren liegen die Milchdrüsen am Hinterleibe, in der Nähe der Zeugunsorgane, der Exkretionsorgane und der an Masse überwiegenden hinteren Gliedmaassen. Bei einigen Thieren, den Fleischfressern und Nagern, welche fruchtbarer sind und mehr als 4 Zitzen haben, reichen sie vom Hinterleibe bis zum Vorderleibe; wo die Brustglieder verhältnissmässig stärker und freier entwickelt sind und nur 1 oder 2 Junge sich finden, sind die Milchdrüsen blos auf die Brust angewiesen, so unter den Amphibiensäugethieren bei dem Monati, bei Faulthieren, bei den Fledermäusen, bei den Affen, beim Biber, beim Armadill, beim Elephanten und beim Menschen.

Wir haben das Säugungsgeschäft vorzüglich in Bezug auf das menschliche Weib zu betrachten. Die Thätigkeit der Brustdrüsen wird schon in der Schwangerschaft angeregt, während welcher dieselbe sich früh schon entwickelt, und tritt dann mit der Geburt in ihrer Vollendung ein. Der Geburtsakt steht mit dieser Thätigkeit in einem bestimmten Kausalnexus, denn die Milchsekretion tritt überall nach der Geburt ein, mag nun das Kind seine vollständige Reife erlangt haben oder nicht, lebend oder in früheren Monaten abgestorben sein, oder selbst, wie bei der Graviditas abdominalis, in der Bauchhöhle zurückbleiben. Man hat daher zwischen Fruchthälter und Brustdrüsen theils Consensus, theils Antagonismus angenommen, und die Entwicklung der letzteren während der Schwangerschaft durch Consensus, die Vollendung nach der Geburt durch Antagonismus, indem die Thätigkeit des Fruchthälters auf die Brustdrüsen übergeht, erklären wollen.

Wenn nun auch ein wirklicher Nervenkonsensus zwischen Fruchthälter und Brustdrüsen in vielfachen Erscheinungen unverkennbar ist, und wenn auch nach der Geburt der Antagonismus durch die bewirkte Aenderung in der Blutvertheilung erklärbar scheint, so reicht dieses dennoch nicht aus, um die Funktion der Brustdrüsen während der Säugungsperiode darzuthun. Nach Busch muss man die Brustdrüsen als zu dem Geschlechtssysteme gehörende Organe betrachten, deren Funktion durch die Zeugungsfähigkeit bedingt wird, wodurch alsdann der Consensus mit den Geschlechtsorganen und die

spezifische Thätigkeit der Brustdrüsen selbst erklärlich wird. Ueber die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Milch verweisen wir auf die medizinische Chemie der Encyklopädie, wir haben daher nur die anderweitigen Erscheinungen der Milchsekretion darzulegen.

Nachdem schon während der Schwangerschaft die Brüste eine milchähnliche Flüssigkeit sezernirten, beginnen sie ungefähr 48 Stunden nach dem Gebären eine reichlichere und vollkommenere Milch auszuscheiden, und es erfolgt diese vollständige Entwicklung des Säugungsgeschäftes unter eigenthümlichen örtlichen und allgemeinen Erscheinungen; die Brüste zeigen sich geschwollen, hart, empfindlich, die Hautvenen sind stark mit Blut angefüllt, es stellen sich fieberhafte, mit Frost beginnende Bewegungen ein, die als Milchfieber bezeichnet werden und mit einem reichlichen, säuerlich riechenden Schweisse enden.

Diese Erscheinungen sind in Bezug auf die Intensität und Dauer, sowie auf die Zeit des Eintrittes verschieden, was theilweise von der Konstitution der Wöchnerin, theils von dem Grade der Entwicklung, den die Brüste theils vor der Geburt erlangt haben, theils von dem Verlaufe der anderweitigen Wochenvorgänge abhängt.

Die Dauer der Säugungsperiode ist bei den einzelnen Individuen sehr verschieden; mitunter geht die Milchsekretion schon nach einigen Monaten verloren, meistentheils währt dieselbe jedoch 1 Jahr und darüber an, und die Beispiele sind nicht selten, in denen Frauen 2, 3 und selbst 5 Jahre säugten. Diese künstlich erzeugte Thätigkeit kann jedoch nicht als normal angesehen werden. Die Veränderungen, welche die Frauenmilch nach dem 7. Monate erkennen lässt, zu welcher Zeit der Gehalt an Butter, Käse und Milchzucker abnimmt, die zu dieser Zeit eintretende Menstruation, die verminderte Menge der sezernirten Milch, und der Einfluss eines länger fortgesetzten Säugens auf die Gesundheit der Frau zeigen deutlich, dass mit dem 8. bis 9. Monate das normale Ende des Säugungsgeschäftes eingetreten ist.

Zweiter Abschnitt.

Vom Umlaufe des Lebens.

Von der Lebensdauer.

Wir werden später die Entwicklung des Neugebornen und die Rückbildung des Erwachsenen darlegen, und es wird sich hierbei ergeben, dass das Erlöschen des Lebens durch innere Nothwendigkeit bei allen Lebenden von selbst eintritt. Das Aufhören des Lebens wird aber nicht allein durch diesen normalen Gang der Entwicklung und der Rückbildung bedingt, es geht nicht allein aus innerer Nothwendigkeit hervor, es kann vielmehr auch in jedem Momente der Entwicklung durch Umstände herbeigeführt werden, welche im Gegensatz zu dieser inneren Nothwendigkeit als zufällige Todesursachen angesehen werden, und da der Mensch sich diesen Zufälligkeiten unter keinen Verhältnissen entziehen kann, so unterliegt er diesen in derselben Nothwendigkeit, wie er der innern Nothwendigkeit selbst unterliegt. Die Lebensdauer ist daher keine absolut bestimmte, und wenn schon der Tod in Folge des unter normalen Erscheinungen erlöschenden Lebens in verschiedenen Jahren eintritt, so gilt dieses natürlich in noch viel stärkerem Maasse von dem Tode in Folge zufälliger Ursachen.

Nichtsdestoweniger haben doch die Beobachtungen gelehrt, dass die Lebensdauer des Menschen bestimmten mathematischen Gesetzen folge, woraus hervorgeht, dass sowohl der noth-

wendig als zufällig eintretende Tod bestimmten Naturgesetzen folge, und dass der Mensch, als Gattung betrachtet, gegen alle auf sein Leben einstürmende Einflüsse eine bestimmte Widerstandskraft besitze, nach welcher von einer gegebenen Zahl Individuen eine gewisse Quantität denselben unterliegt oder dieselben überwindet. Da diese Widerstandsfähigkeit in den verschiedenen Lebensaltern, je nach den Erscheinungen in diesen Altern nothwendig verschieden sein muss, wie sie z. B. während aller Evolutionsvorgänge in Folge leichter eintretender Störungen schwächer ist, so geht schon hieraus hervor, dass die Mortalität durch zufällige Einflüsse sich dennoch nach inneren Gesetzen gestaltet. Andererseits zeigen die verschiedenen Lebensverhältnisse, in welche der Mensch, den Gesetzen der Natur nach, eingehen muss, zwar oft eine ganz entgegengesetzte Einwirkung, es wirken diese aber dennoch, wenn auch in entgegengesetzter Weise, auf das Endresultat gleich ein. Die Verschiedenheit, welche die Natur durch epidemische Krankheiten, durch die atmosphärischen und tellurischen Verhältnisse, in der Mortalität erzeugt, werden im Allgemeinen lediglich dadurch aufgehoben, dass diese Verhältnisse durch ihren Wechsel das Normale wiederherstellen; so folgen nach Jahren sehr ungünstiger Mortalität Jahre mit sehr geringer Sterblichkeit u. s. w.

Auf diese Weise erkennt man, dass die Lebensdauer des Menschen sowohl durch die inneren Gesetze seines Lebens, als auch durch die naturgemässen Zufälle, denen der Mensch ausgesetzt ist, geregelt wird, und dass sie, so zufällig sie auch im ersten Moment erscheint, nach bestimmten Gesetzen sich gestalte. Sowie dieses nun einerseits durch die Beobachtung bestätigt wird, so lehrt diese auch, dass die allgemeinen Gesetze der Lebensdauer modifizirt werden durch die Verhältnisse der menschlichen Gesellschaft, je nach dem Stande und der Beschäftigung, welche das Individuum in derselben einnimmt, nach der Gestaltung der Gesellschaft, den herrschenden Ideen und der Lebensweise, sowie nach dem Boden, den der Mensch bewohnt, und es ist Sache der Wissenschaft, diese speziellen Verhältnisse näher darzulegen; wir müssen uns hier begnügen, die wichtigern allgemeinen Grundsätze über die Mortalität anzugeben.

Es ist zunächst die Aufgabe, von einer bestimmten Anzahl Geborner die Sterblichkeit nach den verschiedenen Lebens-

altern zusammenzustellen, d. h. die Frage zu beantworten, wieviel von 1000 oder 10,000 Gebornen im 1., 2., 3. u. s. w. Lebensjahre sterben. Es gibt diese Tabelle durch die Menge der Todesfälle in einem bestimmten Lebensjahre, unter Menschen, die in einem und demselben Jahre geboren sind, die absolute Grösse der Sterblichkeit. Stellt man die Menge der Todesfälle eines bestimmten Lebensjahres mit der Zahl der von diesem Lebensalter Lebenden zusammen, so erhält man die relative Grösse der Sterblichkeit, welche somit angibt, wieviel von einer bestimmten Zahl ein-, zwei-, drei- u. s. w. jähriger Menschen in einem Jahre sterben.

Rechnet man sämmtliche Jahre, welche eine Anzahl Individuen eines bestimmten Lebensjahres bis zu ihrem Tode durchleben, zusammen und dividirt man dieselbe durch die Zahl der Individuen, so erhält man die mittlere Lebensdauer dieses Lebensjahres; berechnet man hingegen, bis zu welchem Jahre die Hälfte jener Individuen gestorben ist, so erhält man die wahrscheinliche Lebensdauer dieses Lebensjahres. Wenn also 1000 Neugeborne zusammen 35,000 Jahre durchleben, so ist die mittlere Lebensdauer eines Neugebornen 35 Jahre, und wenn von diesen 1000 Neugebornen nach 31 Jahren 500 gestorben und 500 noch am Leben sind, so ist die wahrscheinliche Lebensdauer 31 Jahre.

Würde man eine hinreichende Zahl von Individuen von ihrer Geburt bis zum Tode verfolgen können, so würden alle diese Mortalitätsverhältnisse sich einfach und sicher ergeben. Es ist jedoch auf diese Weise die Entwerfung einer Mortalitätstabelle praktisch unmöglich, weil das Verfolgen einer so grossen Zahl von Gebornen als nothwendig, bis zum Absterben derselben nicht ausführbar ist. Man hat daher auf andere Weise die Mortalitätstabellen darzustellen versucht.

Halley berechnete aus den Todtenregistern eines Jahres die Mortalitätsverhältnisse, indem er annahm, dass, wenn die Gesammtzahl aller Verstorbenen eines Jahres 1000 betrage, und darunter 5 seien, welche ein Alter von 30 Jahren erreichten, von 1000 Gebornen 5 im 30. Jahre sterben werden. Er stellt hierbei die Bevölkerung als stationär hin; es werden daher jährlich so viel geboren, als da sterben, und wenn somit 1000 sterben, werden auch 1000 geboren. Da bei einer stationären Bevölkerung dasselbe vor 30 Jahren stattfand, so

wurden vor 30 Jahren ebenfalls 1000 geboren, und die 5 30jährigen, welche im vorliegenden Jahre gestorben sind, datiren von den 1000 Gebornen vor 30 Jahren her; dasselbe gilt von allen Lebensjahren, und Halley konstruirte daher die Mortalitätstabelle aus dem Todtenregister eines Jahres in folgender Art, wobei wir der Uebersicht wegen annehmen, dass zu Ende des 5. Jahres alle ausgestorben waren.

Das Todtenregister ergibt:

a_0	Individuen,	welche im	1.	Jahre starben.
a_1	„	„ „	2.	„ „
a_2	„	„ „	3.	„ „
a_3	„	„ „	4.	„ „
a_4	„	„ „	5.	„ „

Hieraus ergibt sich, dass im

I.	II.		III.	
0—1. Jahre	a_0	sterben und	$a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4$	0—1jährige leben.
1—2. „	a_1	„ „	$a_1 + a_2 + a_3 + a_4$	1—2 „ „
2—3. „	a_2	„ „	$a_2 + a_3 + a_4$	2—3 „ „
3—4. „	a_3	„ „	$a_3 + a_4$	3—4 „ „
4—5. „	a_4	„ „	a_4	4—5 „ „

Man kann ferner aus dieser Tabelle die Summe aller Lebenden und die Zahl Derer, welche über ein bestimmtes Lebensjahr hinaus in derselben vorhanden sind, finden. Wenn nämlich vom 4. bis 5. Jahre a_4 sterben, so sind im 3. und 4. Jahre $a_3 + 2\,a_4$ Menschen von 3 Jahren und darüber vorhanden, im 2. bis 3. Jahre $a_2 + 2\,a_3 + 3\,a_4$ Menschen von 2 Jahren und darüber, im 1. bis 2. Jahre $a_1 + 2\,a_2 + 3\,a_3 + 4\,a_4$ Menschen und darüber, und im 0—1. Jahre $a_0 + 2\,a_1 + 3\,a_2 + 4\,a_3 + 5\,a_4$ Menschen von 0 bis 1 Jahre und darüber, d. h. Einwohner überhaupt.

Dieselbe Zahl gibt aber nicht nur die Einwohnerzahl und die Zahl der Individuen, welche ein bestimmtes Alter und darüber haben, sie gibt auch die Anzahl Jahre, welche die in der Kolumne III danebenstehenden Lebenden noch zu durchleben haben. Es gibt nämlich zu Anfang des 4. Jahres $a_3 + a_4$ Individuen, diese durchleben zunächst das 4. Jahr, also $a_3 + a_4$ Jahre, dann sterben a_3, und die Ueberlebenden durchleben noch das 5. Jahr, also a_4 Jahre, so dass die $a_3 + a_4$ Individuen des 4. Jahres in Summa $a_3 + 2\,a_4$ Jahre durchleben.

Die wahrscheinliche Lebensdauer für jedes Alter ergibt sich sehr leicht, wenn man aus der Tabelle entnimmt, in welchem Jahre die Hälfte der Lebenden eines jeden Alters abgestorben sind. Die mittlere Lebensdauer ergibt sich, wenn man die angegebene Zahl der durchzulebenden Jahre für jede Altersklasse mit der Zahl der Lebenden dieser Altersklasse dividirt.

Die Halley'sche Methode, welche lange Zeit allen Mortalitätsrechnungen zu Grunde gelegt wurde, setzt jedoch voraus, dass die Bevölkerung im stationären Zustande verbleibe, d. h. dass in jedem Jahre gleichviel Individuen geboren werden, denn sie geht von der Annahme aus, dass, wenn in 1 Jahre 1000 Kinder geboren werden und in demselben Jahre 5 Dreissigjährige sterben, diese 5 Dreissigjährigen zu den vor 30 Jahren in gleicher Zahl Gebornen gehören. Diese Annahme ist aber falsch, die Bevölkerung ist nicht stationär, sie ist entweder im Zunehmen oder Abnehmen, d. h. die Zahl der Geburten nimmt zu oder ab. Es ist daher anzunehmen, dass vor 30 Jahren nicht 1000 geboren worden sind, vielmehr entweder eine grössere oder geringere Zahl; demnach kann man auch nicht behaupten, dass, wenn in diesem Jahre 5 Dreissigjährige sterben, diese auf 1000 vor 30 Jahren Geborne kommen, vielmehr auf eine geringere oder auf eine grössere Zahl. Ist die Bevölkerung im Zunehmen, und wurden vor 30 Jahren z. B. nur 800 geboren, so sterben nicht von 1000 Individuen 5 im 30. Jahre, sondern von 800 Individuen. Je höher die Altersklasse ist, um so grösser wird sich der Fehler darstellen, und zwar wird sich die Mortalität zu gering im Verhältniss zu den frühern Altersklassen stellen. Während die Tabelle auf 1000 in 1 Jahre Geborne 5 im 30. Jahre als verstorben angibt, müsste sie $6\frac{1}{4}$ angeben, und wenn sie 8 im 75. Jahre aufführt, die Zahl der Geburten aber vor 75 Jahren nur 600 betragen hat, so muss die Zahl 8 für 1000 auf $13\frac{1}{3}$ erhöht werden.

Zu der Halley'schen Methode, welche alle Aufgaben mittelst der Verstorbenen löst, kann man noch eine andere Methode nehmen, welche dieses durch die Volkszählung erreichen will. Durch eine solche erfährt man, dass in einer gegebenen Bevölkerung z. B. 804 Einjährige, 200 Einunddreissigjährige u. s. w. leben. Ist die Bevölkerung stationär, so kann

man dann ebenfalls schliessen, dass von 804 Einjährigen 500 im 31. Jahre übrig bleiben werden, und die Resultate der Volkszählung ergeben dann unmittelbar die oben aufgeführte Kolumne III der Mortalitätstafel, nämlich die der Lebenden, aus welcher man die übrige berechnen kann.

Da der Census unsicherer ist als die Todtenregister, so hat man sich dieser Methode nicht so häufig bedient. Wenn jedoch die Bevölkerung nicht stationär ist, so darf man auch hier nicht schliessen, dass von den 804 Einjährigen 500 nach 30 Jahren noch übrig sein werden, denn die Einunddreissigjährigen datiren, ihrer Geburt nach, von einer Population, die vielleicht nur $^5/_6$ der heutigen, oder der vor 1 Jahre vorhandenen, von welcher die 804 Einjährigen kommen, beträgt. Die Zahl 500 müsste daher im Verhältniss von $^5/_6$ vergrössert werden, damit man die Einunddreissigjährigen mit den Einjährigen zusammenstellen könnte. Auch hier würden die höheren Altersklassen im Verhältniss zu den früheren Altersklassen zu günstige Zahlen geben, wodurch sich aber die Mortalität eben durch die relativ zu grosse Sterblichkeit in den frühern Jahren im Ganzen zu ungünstig stellen würde. L. Moser, welcher diese Verhältnisse in seinem Werke: *Ueber die Gesetze der Lebensdauer, Berlin* 1839, genauer untersuchte, gelangt zu folgenden Resultaten.

1) Bei einer zunehmenden Bevölkerung gibt die Halley'sche Methode falsche und zwar zu ungünstige Lebensverhältnisse, es sei, dass man die Register der Verstorbenen oder den Census als Material braucht.

2) Bei einer abnehmenden Bevölkerung erhält man durch dieselbe Methode wiederum falsche, allein zu günstige Lebensverhältnisse.

3) Hat die Bevölkerung 90 oder 100 Jahre zurück, bald zu- bald abgenommen, so führt Halley's Methode zu Resultaten, von denen der eine Theil richtig, der andere falsch sein wird.

Wollte man den Fehler, welchen die Halley'sche Methode gibt, korrigiren, so müsste man die Zahl der Geburten derjenigen Jahre, aus denen die verschiedenen Altersklassen herstammen, kennen, d. h. die Geburten von einer Reihe von ungefähr 100 Jahren. Man würde dann bei den Verstorbenen in den verschiedenen Altersklassen das richtige Verhältniss

zu 1000 Gebornen herstellen können. Man bedürfte aber dann wiederum einer lange fortgesetzten Beobachtung, und die wesentliche Anforderung, durch die Beobachtung weniger Jahre die Gesetze der Mortalität aufzufinden, bliebe unerfüllt. Euler hat die Hypothese aufgestellt, dass die Zunahme der Bevölkerung, und zwar durch die Geburten, in einem geometrischen Verhältnisse stattfinde, und hiernach die Mortalitätstabellen korrigirt. Da man jedoch durch nichts berechtigt ist, die Zunahme in einem geometrischen Verhältnisse anzunehmen, so ist man auch nicht berechtigt, eine Korrektion dieser Art eintreten zu lassen.

L. Moser suchte die Mortalitätsgesetze auf eine andere Weise zu bestimmen, indem er aus der Zahl der in einem gewissen Alter Lebenden und der Menge der davon in den nächstfolgenden Jahren Sterbenden die Lebenskraft eines gewissen Alters bestimmt, und auf diese Weise durch einzeln anzustellende Beobachtungen die Mortalitätsgesetze erforschte, worüber wir auf das oben bereits angeführte Werk verweisen.

Es ist öfter versucht worden, durch eine Formel die Sterblichkeit zu berechnen. Lambert gibt an, dass, wenn y die Zahl der Lebenden, x das Alter darstelle

$$y = 10000 \left\{\frac{96-x}{96}\right\}^2 - 6176 \left\{e^{-x:13,682} - e^{-x:2,43114}\right\}$$

sei, die Zahl 96 bedeutend das höchste Alter, über welches hinaus die Formel nicht angewandt werden darf; e ist wie gewöhnlich die Basis der natürlichen Logarithmen, oder die Zahl 2,71828.

Gompertz gibt für y die Formel $y = a \,.\, m^{(n^x)}$; a ist $= 8441$, $m = 0{,}7404$, $n = 1{,}0261$.

Nach Moser ist die Anzahl der Todten bis zu einem gewissen Lebensalter proportional der 4. Wurzel aus diesem Lebensalter. Ist x das Alter, so ist die Summe der Todten bis dahin $a \sqrt[4]{x}$, wo a die Sterblichkeit der Kinder im 1. Lebensjahr bedeutet und aus den Beobachtungen entnommen werden muss.

Wir theilen hier die Sterblichkeitstafeln aus Moser's angeführtem Werke mit, und zwar die Sterblichkeitstabelle nach Kerseboom, nach Süssmilch, nach der preuss. allgem. Wittwenverpflegungsanstalt und die nach der Moserschen Formel berechnete.

Sterblichkeitstafel nach Kerseboom.

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Summe der Lebenden.	Wahrscheinl. Dauer.	Mittlere Dauer.	Es stirbt einer von
0	196	1000	34975	31,	34,975	5,10
1	36	804	33975	44,7	42,26	22,33
2	32	768	33171	47,3	43,18	24,
3	27	736	32403	49,3	44,01	27,26
4	21	709	31667	51,	44,67	33,76
5	12	688	30958	52,1	45,	57,33
6	12	676	30270	52,8	44,78	56,33
7	11	664	29594	53,4	44,57	60,36
8	7	653	28930	54,	44,31	93,29
9	7	646	28277	54,5	43,77	92,29
10	6	639	27631	55,	43,24	106,5
11	6	633	26992	55,2	42,65	105,5
12	6	627	26359	55,6	42,05	104,5
13	5	621	25732	55,9	41,43	124,2
14	5	616	25111	56,2	40,77	123,2
15	5	611	24495	56,4	40,10	122,2
16	5	606	23884	56,8	39,42	121,2
17	5	601	23278	57,1	38,74	120,2
18	6	596	22677	57,3	38,06	99,33
19	6	590	22081	57,6	37,41	98,33
20	7	584	21491	57,9	36,80	83,43
21	6	577	20907	58,2	36,23	96,17
22	6	571	20330	58,6	35,60	95,17
23	6	565	19759	59,	34,97	94,17
24	7	559	19194	59,3	34,34	79,86
25	8	552	18635	59,7	33,76	69,
26	9	544	18083	60,1	33,24	60,44
27	10	535	17539	60,6	32,77	53,50
28	9	525	17004	60,9	32,38	58,33
29	9	516	16479	61,6	31,93	57,33
30	8	507	15963	62,	31,49	63,38
31	9	499	15456	62,5	30,97	55,44
32	8	490	14957	63,	30,53	61,25
33	7	482	14467	63,4	30,02	68,86
34	7	475	13985	63,7	29,45	67,86
35	7	468	13510	64,1	28,87	66,86
36	7	461	13042	64,4	28,29	65,86

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Summe der Lebenden.	Wahrscheinl. Dauer.	Mittlere Dauer.	Es stirbt einer von
37	8	454	12581	64,8	27,71	56,75
38	7	446	12127	65,2	27,18	63,71
39	7	439	11681	65,6	26,61	62,71
40	6	432	11242	65,9	26,02	72,
41	6	426	10810	66,2	25,37	71,
42	7	420	10384	66,5	24,73	60,
43	7	413	9964	66,8	24,13	59,
44	6	406	9551	67,2	23,53	67,67
45	7	400	9145	67,5	22,86	57,14
46	7	393	8745	67,8	22,25	56,14
47	8	386	8352	68,2	21,65	48,25
48	8	378	7966	68,6	21,07	47,25
49	8	370	7588	69,	20,51	46,25
50	8	362	7218	69,4	19,94	45,25
51	9	354	6856	69,8	19,36	39,33
52	9	345	6502	70,2	18,85	38,33
53	9	336	6157	70,7	18,32	37,33
54	8	327	5821	71,1	17,80	40,88
55	9	319	5494	71,5	17,22	35,44
56	9	310	5175	72,	16,69	34,44
57	10	301	4865	72,4	16,15	30,1
58	9	291	4564	73,	15,69	32,33
59	9	282	4273	73,4	15,16	31,33
60	9	273	3991	73,9	14,62	30,33
61	10	264	3718	74,3	14,08	26,40
62	9	254	3454	74,8	13,60	28,22
63	10	245	3200	75,2	13,06	24,5
64	10	235	2955	75,6	12,57	23,5
65	10	225	2720	76,1	12,09	22,5
66	10	215	2495	76,6	11,61	21,5
67	10	205	2280	77,1	11,12	20,5
68	10	195	2075	77,5	10,64	19,5
69	10	185	1880	78,	10,16	18,5
70	10	175	1695	78,5	9,69	17,5
71	10	165	1520	79,	9,21	16,5
72	10	155	1355	79,4	8,74	15,5
73	10	145	1200	80,	8,28	14,5
74	10	135	1055	80,4	7,82	13,5
75	11	125	920	81,	7,36	11,36

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Summe der Lebenden.	Wahrscheinl. Dauer.	Mittlere Dauer.	Es stirbt einer von
76	10	114	795	81,7	6,97	11,4
77	11	104	681	82,3	6,55	9,45
78	11	93	577	83,	6,20	8,45
79	10	82	484	83,7	5,90	8,20
80	9	72	402	84,4	5,58	8,
81	9	63	330	85,	5,24	7,
82	8	54	267	85,8	4,94	6,75
83	7	46	213	86,5	4,63	6,57
84	7	39	167	87,	4,28	5,57
85	6	32	128	87,8	4,00	5,33
86	6	26	96	88,5	3,69	4,33
87	5	20	70	89,3	3,50	4,
88	4	15	50	90,3	3,33	3,75
89	3	11	35	91,3	3,18	3,67
90	2	8	24	92,	3,	4,
91	2	6	16	93,	2,67	3,
92	1	4	10	94,	2,50	4,
93	1	3	6	94,5	2,	3,
94	1	2	3	95,	1,5	2,
95	1	1	1		1,	1,

Sterblichkeitstafel nach Süssmilch.

0	250	1000	28988	18,	28,99	4
1	89	750	27988	40,	37,22	8
2	43	661	27238	46,	41,21	15
3	25	618	26577	49,	43,	25
4	14	593	25959	50,5	43,78	42
5	12	579	25366	51,	43,81	48
6	11	567	24787	52,	43,72	51
7	9	556	24220	52,5	43,56	62
8	8	547	23664	53,	43,26	68
9	7	539	23117	53,5	42,89	77
10	5	532	22578	54,	42,44	106
11	4	527	22046	54,	41,83	132
12	4	523	21519	54,	41,15	131
13	4	519	20996	54,5	40,46	130
14	4	515	20477	54,5	39,76	129
15	4	511	19962	55,	39,06	128

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Summe der Lebenden.	Wahrscheinl. Dauer.	Mittlere Dauer.	Es stirbt einer von
16	4	507	19451	55,	38,36	127
17	4	503	18944	55,5	37,66	126
18	4	499	18441	55,5	36,96	125
19	4	495	17942	56,	36,25	124
20	5	491	17447	56,	35,53	98
21	5	486	16956	56,5	34,89	97
22	5	481	16470	56,5	34,24	96
23	5	476	15989	57,	33,59	95
24	5	471	15513	57,	32,94	94
25	5	466	15042	57,5	32,28	93
26	5	461	14576	57,5	31,62	92
27	6	456	14115	58,	30,95	91
28	6	451	13659	58,	30,29	75
29	6	445	13208	58,5	29,68	74
30	6	439	12763	59,	29,07	73
31	6	433	12324	59,	28,46	72
32	6	427	11891	59,5	27,85	71
33	6	421	11464	60,	27,23	70
34	6	415	11043	60,	26,61	69
35	7	409	10628	60,5	25,99	58
36	7	402	10219	61,	25,42	57
37	7	395	9817	61,5	24,85	56
38	7	388	9422	62,	24,28	55
39	7	381	9034	62,	23,71	54
40	7	374	8653	62,5	23,14	53
41	7	367	8279	63,	22,56	52
42	7	360	7912	63,	21,98	51
43	7	353	7552	63,5	21,39	50
44	7	346	7199	64,	20,81	49
45	7	339	6853	64,	20,22	48
46	8	332	6514	64,5	19,62	41
47	8	324	6182	65,	19,08	40
48	8	316	5858	65,5	18,54	39
49	8	308	5542	66,	17,99	38
50	9	300	5234	66,	17,45	33
51	9	291	4934	66,5	16,96	32
52	9	282	4643	67,	16,46	31
53	9	273	4361	67,5	15,98	30
54	9	264	4088	68,	15,48	29

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Summe der Lebenden.	Wahrscheinl. Dauer.	Mittlere Dauer.	Es stirbt einer von
55	9	255	3824	68,5	15,00	28
56	9	246	3569	69,	14,51	27
57	9	237	3323	69,5	14,02	26
58	9	228	3086	70,	13,54	25
59	9	219	2858	70,5	13,05	24
60	9	210	2639	71,	12,57	23
61	9	201	2429	71,5	12,08	22
62	10	192	2228	72,	11,60	19
63	10	182	2036	72,5	11,19	18
64	10	172	1854	73,	10,78	17
65	10	162	1682	73,5	10,38	16
66	10	152	1520	74,	10,00	15
67	10	142	1368	75,	9,63	14
68	10	132	1226	75,5	9,29	13
69	10	122	1094	76,	8,97	12
70	9	112	972	77,	8,68	12
71	9	103	860	77,5	8,35	11
72	9	94	757	78,5	8,05	10
73	8	85	663	79,	7,80	10
74	8	77	578	80,	7,51	9
75	7	69	501	80,5	7,26	10
76	7	62	432	81,	6,97	9
77	6	55	370	82,	6,73	9
78	6	49	315	83,	6,43	8
79	6	43	266	83,5	6,19	7
80	5	37	223	84,5	6,03	7
81	4	32	186	85,5	5,81	8
82	4	28	154	86,	5,50	7
83	4	24	126	87,	5,25	6
84	3	20	102	88,	5,10	7
85	3	17	82	88,75	4,82	6
86	2	14	65	89,5	4,64	7
87	2	12	51	90,	4,25	6
88	2	10	39	91,	3,90	5
89	2	8	29	92,	3,62	4
90	1	6	21	93,	3,50	6
91	1	5	15	93,5	3,00	5
92	1	4	10	94,	2,50	4
93	1	3	6	94,5	2,00	3
94	1	2	3	95,	1,50	2
95	1	1	1			1

Sterblichkeit nach den Erfahrungen über Frauen der preuss. allgemeinen Wittwenverpflegungs-anstalt.

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Mittlere Lebensdauer.	Es stirbt eine von
15	181	10809	40,65	59,72
16	171	10628	40,33	62,15
17	161	10457	39,98	64,33
18	152	10296	39,60	67,74
19	144	10144	39,19	70,44
20	137	10000	38,75	72,99
21	131	9863	38,28	75,29
22	125	9732	37,78	77,86
23	119	9607	37,27	80,73
24	114	9488	36,73	83,23
25	110	9374	36,17	85,22
26	106	9264	35,60	87,40
27	103	9158	35,00	88,91
28	101	9055	34,39	89,65
29	100	8954	33,78	89,54
30	100	8854	33,15	88,54
31	100	8754	32,53	87,54
32	100	8654	31,90	86,54
33	100	8554	31,26	85,54
34	99	8454	30,63	85,39
35	99	8355	29,98	84,39
36	98	8256	29,33	84,24
37	98	8158	28,68	83,24
38	98	8060	28,02	82,24
39	97	7962	27,37	82,08
40	97	7865	26,70	81,08
41	97	7768	26,02	80,08
42	98	7671	25,35	78,28
43	98	7573	24,67	77,28
44	98	7475	23,99	76,28
45	99	7377	23,30	74,52
46	100	7278	22,61	72,78
47	101	7178	21,91	71,07
48	103	7077	21,22	68,71
49	105	6974	20,52	66,42

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Mittlere Lebensdauer.	Es stirbt eine von
50	107	6869	19,83	64,20
51	110	6762	19,14	61,47
52	115	6652	18,45	57,84
53	121	6537	17,76	54,02
54	127	6416	17,09	50,52
55	134	6289	16,42	46,93
56	141	6155	15,77	43,65
57	149	6014	15,13	40,36
58	157	5865	14,50	37,36
59	165	5708	13,88	34,59
60	173	5543	13,28	32,04
61	181	5370	12,69	29,67
62	189	5189	12,12	27,56
63	197	5000	11,56	25,38
64	205	4803	11,01	23,43
65	213	4598	10,48	21,59
66	222	4385	9,97	19,75
67	231	4163	9,47	18,02
68	238	3932	9,00	16,52
69	242	3694	8,55	15,22
70	244	3452	8,11	14,15
71	245	3208	7,69	13,09
72	246	2963	7,28	12,08
73	246	2717	6,89	11,08
74	245	2471	6,53	10,09
75	242	2226	6,20	9,20
76	236	1984	5,89	8,41
77	224	1748	5,62	7,80
78	206	1524	5,37	7,40
79	184	1318	5,13	7,16
80	162	1134	4,88	7,00
81	145	972	4,61	6,70
82	134	827	4,34	6,17
83	126	693	4,08	5,50
84	114	567	3,87	4,97
85	97	453	3,72	4,67
86	79	356	3,60	4,51
87	62	277	3,49	4,47
88	49	215	3,35	4,39
89	39	166	3,19	4,26

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Mittlere Lebensdauer.	Es stirbt eine von
90	31	127	3,01	4,10
91	24	96	2,82	4,00
92	19	72	2,60	3,79
93	15	53	2,35	3,53
94	12	38	2,08	3,17
95	9	26	1,81	2,89
96	7	17	1,50	2,43
97	5	10	1,20	2,00
98	3	5	0,90	1,67
99	2	2	0,50	1,00

Sterblichkeitstafel nach der Formel für die Lebenden

$$y = 1 - 0{,}2\sqrt[4]{x} - \frac{0{,}7125}{10^5}\sqrt[4]{x^9} - \frac{0{,}1570}{10^8}\sqrt[4]{x^{17}}.$$

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Summe der Lebenden.	Wahrscheinl. Dauer.	Mittlere Dauer.	Es stirbt einer von
0	0,2000	1,0000	36,1598	32,5	35,59	5,
1	,0378	0,8000	35,1598	49,	43,43	21,3
2	,0255	,7622	34,3598	52,	44,57	29,9
3	,0197	,7367	33,5976	53,6	45,09	37,4
4	,0164	,7170	32,8609	54,87	45,31	43,7
5	,0140	,7006	32,1439	55,9	45,37	50,0
6	,0125	,6866	31,4433	56,8	45,28	54,9
7	,0113	,6741	30,7567	57,5	45,10	59,7
8	,0102	,6628	30,0826	58,1	44,87	65,0
9	,0096	,6526	29,4198	58,7	44,58	68,0
10	,0088	,6430	28,7672	59,3	44,23	73,1
11	,0083	,6342	28,1242	59,8	43,83	76,4
12	,0079	,6259	27,4900	60,3	43,41	79,2
13	,0077	,6180	26,8641	60,7	42,95	80,3
14	,0073	,6103	26,2461	61,1	42,49	83,6
15	,0069	,6030	25,6358	61,5	42,01	87,4
16	,0066	,5961	25,0328	61,9	41,49	90,3
17	,0065	,5895	24,4367	62,2	40,95	90,7
18	,0063	,5830	23,8472	62,6	40,39	92,6
19	,0061	,5767	23,2642	62,9	39,82	94,5

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Summe der Lebenden.	Wahrscheinl. Dauer.	Mittlere Dauer.	Es stirbt einer von
20	0,0060	0,5705	22,6875	63,2	39,25	95,1
21	,0059	,5645	22,1170	63,5	38,68	95,7
22	,0059	,5586	21,5525	63,8	38,07	94,7
23	,0057	,5527	20,9939	64,1	37,48	97,0
24	,0056	,5470	20,4412	64,3	36,85	97,7
25	,0055	,5414	19,8942	64,6	36,24	98,4
26	,0056	,5359	19,3528	64,9	35,60	95,7
27	,0055	,5303	18,8169	65,1	34,96	96,4
28	,0054	,5248	18,2866	65,4	34,32	97,2
29	,0055	,5194	17,7618	65,7	33,65	94,4
30	,0054	,5139	17,2424	66,	33,05	95,2
31	,0054	,5085	16,7285	66,2	32,37	92,5
32	,0055	,5030	16,2200	66,5	31,71	91,5
33	,0054	,4975	15,7170	66,8	31,09	92,2
34	,0055	,4921	15,2195	67,	30,49	89,5
35	,0055	,4866	14,7274	67,3	29,77	88,5
36	,0056	,4811	14,2408	67,5	29,09	85,9
37	,0057	,4755	13,7597	67,8	28,41	83,4
38	,0058	,4698	13,2842	68,	27,77	81,0
39	,0058	,4640	12,8144	68,3	27,11	80,0
40	,0058	,4582	12,3504	68,5	26,44	79,0
41	,0059	,4524	11,8922	68,8	25,78	76,7
42	,0061	,4465	11,4398	69,1	25,11	73,2
43	,0061	,4404	10,9933	69,3	24,45	72,2
44	,0063	,4343	10,5529	69,6	23,78	69,0
45	,0065	,4280	10,1186	69,8	23,13	65,9
46	,0065	,4215	9,6906	70,1	22,49	64,9
47	,0065	,4150	9,2691	70,3	21,84	63,8
48	,0069	,4085	8,8541	70,6	21,14	59,2
49	,0069	,4016	8,4456	70,9	20,49	58,2
50	,0071	,3947	8,0440	71,1	19,86	55,6
51	,0072	,3876	7,6493	71,5	19,24	53,8
52	,0074	,3804	7,2617	71,8	18,61	51,4
53	,0076	,3730	6,8813	72,	17,97	49,1
54	,0079	,3654	6,5083	72,4	17,30	46,3
55	,0080	,3575	6,1429	72,7	16,64	44,7
56	,0081	,3495	5,7854	73,0	16,03	33,1
57	,0085	,3414	5,4359	73,3	15,38	40,2
58	,0087	,3329	5,0945	73,5	14,78	38,4
59	,0088	,3242	4,7616	73,9	14,16	36,8

Alter.	Sterbende.	Lebende.	Summe der Lebenden.	Wahrscheinl. Dauer.	Mittlere Dauer.	Es stirbt einer von
60	0,0091	0,3154	4,4373	74,4	13,57	34,7
61	,0094	,3063	4,1220	74,7	12,93	32,6
62	,0097	,2969	3,8157	75,0	12,36	30,6
63	,0098	,2872	3,5188	75,3	11,77	29,3
64	,0103	,2774	3,2316	75,7	11,14	26,9
65	,0104	,2671	2,9542	76,0	10,48	25,7
66	,0107	,2567	2,6871	76,4	9,93	24,0
67	,0110	,2460	2,4304	76,7	9,35	22,4
68	,0115	,2350	2,1844	77,1	8,77	20,4
69	,0120	,2235	1,9494	77,5	8,23	18,6
70	,0121	,2115	1,7259	77,9	7,66	17,5
71	,0124	,1994	1,5144	78,3	7,12	16,1
72	,0128	,1870	1,3150	78,7	6,53	14,6
73	,0131	,1742	1,1280	79,1	5,91	13,3
74	,0135	,1611	0,9538	79,5	5,34	11,9
75	,0141	,1472	0,7927	80,0	4,82	10,4
76	,0144	,1335	0,6455	80,4	4,27	9,3
77	,0149	,1191	0,5120	80,9	3,78	8,0
78	,0152	,1042	0,3929	81,3	3,26	6,9
79	,0157	,0890	0,2887	81,7	2,81	5,7
80	,0163	,0733	0,1997	82,3	2,18	4,5
81	,0164	,0570	0,1264			
82	,0174	,0406	0,0694			
83	,0176	,0232	0,0288			
84	,0056	,0056	0,0056			

Aus diesen Tabellen ergibt sich die Mortalität nach dem Alter im Allgemeinen. Man hat die Abhängigkeit der Mortalität nach anderweitigen Verhältnissen zu bestimmen gesucht, und theilen wir hierüber Folgendes mit.

Was zunächst den Einfluss der Oertlichkeit betrifft, so hat man das Verhältniss der Sterbefälle zu der Bevölkerung der verschiedenen Länder und Städte bestimmt. Moser theilt in dieser Beziehung folgende Tabelle über die verschiedenen Länder mit.

	Geburtsverhältniss	Sterbeverhältniss
Frankreich 1819—1826	32,0	40,5
Preussen 1820—1830	25,9	35,3
England	35,0	49,0

	Geburtsverhältniss	Sterbeverhältniss
Belgien 1825—1829	30,4	43,1
in den Städten	29,1	36,9
auf dem Lande	30,4	46,9
Schweden	27,0	47,0
Holland 1815—1828	27,0	38,0
Beide Sizilien 1828—1833	24,0	36,0
Oesterreich 1828	—	40,0
Schweiz 1827—1828	—	40,0
Aarau 1833	28,0	51,0
Portugal 1815—1819	—	40,0
Spanien 1801—1826	—	40,0
Italien 1822—1826	—	30
Griechenland 1828	—	30
Dänemark 1819	—	45
Russland 1829	—	27
Polen 1829	—	44
Verein. Staaten von Nordamerika	20,0	—
Island 1819	37,0	—
1825—31	—	30,0
Zanthe 1818—21	36,2	45,3
Ithaka	—	26
Cuba 1827, weisse Bevölkerung	24,1	46,9
freie Farbige	22,1	36,1
Batavia	—	26
Trinidad	—	27
St. Lucie	—	27
Martinique	—	28
Guadeloupe	—	27
Bourbon 1818—1823,		
weisse Bevölkerung	25,1	48
freie Farbige	23,	44,6
Schwarze	—	31,1
Guanaxuato 1825	16,08	19,7
Sachsen (Königreich)	25,0	31,0
Mecklenburg-Schwerin 1836	27,8	47,6.

Weitere Angaben über die Mortalität der verschiedenen Länder und Städte siehe in Mosers angeführtem Werke, S. 106 u. s. w., und Quetelet, *Ueber den Menschen und die Entwicklung seiner Fähigkeiten*, *deutsch von Riecke*, *Stuttgart*

1838, *S.* 125. Alle diese Angaben sind jedoch nicht allein durch die Schwierigkeit, die Zahl der Bevölkerung zu ermitteln, und die Ungenauigkeit der Todtenregister ganz unzuverlässig, vielmehr ergibt auch in einer veränderlichen Bevölkerung das Verhältniss der Sterbefälle zu der Volkszahl, wie Moser dargethan, nicht die mittlere Lebensdauer. Wenn die Geburten zunehmen, so werden im 1. Jahre Viele sterben, die Zahl der Verstorbenen wird also verhältnissmässig sehr gross, und wenn man mit derselben die Volkszahl dividirt, so wird sich als mittlere Lebensdauer ein verhältnissmässig zu kleiner Quotient ergeben.

Die Versuche, die Mortalität der verschiedenen Länder und Städte mit den klimatischen Verhältnissen in Zusammenhang zu bringen, waren ganz erfolglos. Nach Quetelet soll die Sterblichkeit im Süden am grössten sein; nach Moser scheint der Einfluss der mittleren Temperatur von der Art zu sein, dass je niedriger sie ist, desto beträchtlicher die Sterblichkeit, und umgekehrt. Dahingegen zeigt die Mortalität eines und desselben Ortes eine Abhängigkeit von der Witterung. Moser fand für Königsberg die grösste Sterblichkeit im Februar, die kleinste im August, und zwar nimmt vom Februar bis August die Zahl der Todten regelmässig ab und steigt von da wieder, wovon nur der Monat September eine Ausnahme machte. Die mittlere Temperatur war im Januar am geringsten, im Juli am höchsten; 4 Wochen nach diesen Extremen der mittleren Temperatur fanden somit die Extreme der Sterblichkeit statt. Diese Retardation hat Moser auch in den anderweitigen Beobachtungen gefunden. Sowie die Extreme der Temperatur mit den Extremen der Mortalität zusammenfallen, so findet dieses auch bei den mittleren Zuständen beider Erscheinungen statt. Die mittlere Temperatur eines Ortes findet ziemlich nahe im April und Oktober statt, die mittlere Sterblichkeit zeigt sich im Mai und November, so dass also auch hier eine Retardation zu erkennen ist.

Was die Schwankungen in der Temperatur betrifft, so will Moser über den Einfluss derselben auf die Sterblichkeit folgendes Gesetz aufstellen. Eine Erhöhung der Wärme über den normalen Stand vermindert die Sterblichkeit im Winter und erhöht sie im Sommer; die Erniedrigung der Wärme

unter den normalen Stand bewirkt in beiden Jahreszeiten das Umgekehrte.

Die Feuchtigkeit der Luft steht mit der Wärme in wesentlichem Zusammenhang, und zwar in der Art, dass ein verhältnissmässig warmer Winter auch immer ein feuchter, und ein kalter Winter ein trockner ist. Dagegen ist ein trockner Sommer ein heisser und ein feuchter Sommer ein verhältnissmässig kalter. Sucht man die Ursachen der Schwankungen der Mortalität in der Feuchtigkeit, so würde ein trockner Winter oder Sommer die Sterblichkeit vergrössern, der feuchte Winter und Sommer sie vermindern, und das allgemeine Resultat wäre: je grösser die Feuchtigkeit der Luft, desto geringer die Sterblichkeit, und umgekehrt.

Der Einfluss der Jahreszeit auf die Mortalität in den verschiedenen Lebensaltern gestaltet sich in dem 1. Lebensalter von der Art, dass ausser dem Maximum, welches sich allgemein im Januar und Februar zeigt, sich noch ein 2. Maximum im September und Juli bildet. Es muss hier der Sommer die Sterblichkeit im 1. Lebensjahre steigern. Nach dem 1. Lebensjahre findet nach Moser nur noch ein Maximum und ein Minimum der Sterblichkeit während des Jahres unter der einfachen Regel statt, dass je grösser die Lebensfähigkeit in einer Altersperiode, desto später tritt das Maximum und auch das Minimum der Sterblichkeit ein, so dass mit der grösseren Lebenskraft, auch der Widerstand gegen den Einfluss der Witterung länger andauert. Mit einigen Ausnahmen ergibt sich dieser Satz aus den Beobachtungen über Belgien, welche sich über 400,000 Verstorbene erstrecken.

Maximum der Sterblichkeit der			Minimum der Sterblichkeit
1½ — 2jährigen	im	Januar,	im September oder August.
2 — 3	„	„ März,	„ August.
3 — 5	„	„ April,	„ September.
5 — 8	„	„ März,	„ August oder Oktober.
8 — 12	„	„ April,	„ Oktober.
12 — 16	„	„ Mai,	„ Oktober.
16 — 20	„	„ April,	„ Oktober.
20 — 25	„	„ Mai,	„ Juli.
25 — 30	„	„ März,	„ Juli.
30 — 40	„	„ Februar,	„ Juli.
40jähr. u. darüber	„	„ Januar,	„ Juli.

Je grösser die Schwankungen der Sterblichkeit nach den verschiednen Monaten sich zeigen, als desto intensiver ist der Einfluss der Witterung anzusehen. Moser hat hierüber folgende Berechnung mitgetheilt, wobei er die kleinste Zahl von Todten von der grössten abgezogen und die Differenz durch die mittlere Zahl von Todten dividirt hat.

Intensität des Einflusses der Witterung auf die verschiedenen Altersklassen.

0 — 1	Monat	0,61
1 — 3	„	0,57
3 — 6	„	0,38
6 — 12	„	0,52
12 — 18	„	0,56
1½ — 2	Jahre	0,48
2 — 3	„	0,57
3 — 5	„	0,56
5 — 8	„	0,58
8 — 12	„	0,58
12 — 16	„	0,38
16 — 20	„	0,31
20 — 25	„	0,21
25 — 30	„	0,20
30 — 40	„	0,28
40 — 50	„	0,31
50 — 65	„	0,53
65 — 75	„	0,72
75 — 90	„	0,80
über 90	„	0,94.

Eine Abstumpfung gegen den Einfluss der Witterung mit den Jahren findet übrigens nicht statt.

Ueber den Einfluss des Geschlechtes auf die Sterblichkeit gibt Quetelet Folgendes an: Um die Zeit der Geburt sterben mehr Individuen männlichen Geschlechts, als Individuen weiblichen Geschlechts; gegen das Alter von 2 Jahren wird die Sterblichkeit beider Geschlechter fast dieselbe, die des weiblichen Geschlechtes nimmt hierauf zu, und wird zwischen 14 und 18 Jahren, d. h. nach der Pubertät, sehr fühlbar; zwischen 21 und 26 Jahren, zu der Zeit, wo die Leidenschaften am stärksten sind, überwiegt die Sterblichkeit der

Männer die der Frauen. In dem Alter von 26 bis 30 Jahren (Zeit der Verheirathung) ist die Sterblichkeit bei beiden Geschlechtern fast dieselbe, aber steigert sich bei den Frauen noch während der Dauer der Fortpflanzungsfähigkeit sehr merklich; wenn diese aufhört, so nimmt die Sterblichkeit wieder ab; endlich erlöschen beide Geschlechter im Verhältniss zu der Zahl Derjenigen, welche die Sterblichkeit der früheren Altersperioden noch übrig gelassen hat.

Die grössere Sterblichkeit, welche die Kinder männlichen Geschlechtes vor und unmittelbar nach der Geburt trifft, ist genau erforscht, und stellt sich nach Quetelet so, dass das Verhältniss der vor der Geburt Verstorbenen 3 : 2, während der ersten 2 Monate nach der Geburt ungefähr 4 : 3, während des 3., 4. und 5. Monates 5 : 4 beträgt.

Ueber den Einfluss epidemischer und endemischer Krankheiten auf die Gesetze der Mortalität nach den verschiedenen angegebenen Beziehungen müssen wir auf die angegebenen Werke von Quetelet und Moser selbst verweisen, da die vielfachen Untersuchungen hierüber noch keine allgemeinen Resultate geliefert haben.

Von den Lebensaltern.

Alles Lebende durchläuft von seiner Entstehung bis zum Tode einen mehr oder weniger bestimmten Zyklus von Entwicklungen, nach denen gewisse Lebensabschnitte festgestellt werden können. Für den Menschen unterscheidet man das Alter des Eilebens, welches bereits umständlicher erörtert worden, und sich durch das Fundamentale der Entwicklungen, durch die grosse Kraft des Bildens und Wachsens auszeichnet, während die funktionellen Erscheinungen der sich bildenden Organe noch grösstentheils fehlen, und das selbständige Leben, welches mit der Geburt beginnt und mit dem Tode endet. Das selbständige Leben kann man zunächst in 2 grosse Abschnitte theilen: das unreife Leben, welches Kindheit und Jugend in sich schliesst und sich durch Wachsthum und Entfaltung der gegebenen Formen und das allmälige Bewusstwerden und Zergliedern der sensuellen Erscheinungen auszeichnet, und das reife Alter, welches das Mittelalter und Grossalter umfasst, von denen das Mittelalter sich durch die höchste

Entwicklung aller Funktionen und vorzüglich durch die Fortpflanzungsfähigkeit charakterisirt, das Grossalter hingegen durch Aufhören dieser Fortpflanzungsfähigkeit, durch Abnahme der Kraft und der funktionellen Thätigkeit aller Organe und Systeme bezeichnet wird.

Weitere Abtheilungen für die Kindheit sind das Säuglingsalter, welches die ersten 9 Monate des Lebens umfasst, und die spätere Kindheit, welche von hier ab bis zum Ausfallen der Milchzähne, bis in das 8. Jahr reicht.

Von dem Säuglingsalter.

Das Charakteristische des Säuglingsalters ist Hülfsbedürftigkeit und Abhängigkeit von der Mutter. Das animale Leben des Säuglings bedarf der Luft, der Nahrung, der Wärme und des mechanischen Schutzes; alle Wesen vermögen jedoch nach der Geburt sich selbstthätig die Luft anzueignen, das Uebrige gewährt ihnen die Mutter, wo die eigne Kraft hierzu fehlt, was namentlich bei den warmblütigen Thieren und vorzüglich bei den Mammalien stattfindet. Ueber dieses Verhältniss der Mutter zu dem Neugebornen verweisen wir auf Burdachs *Physiologie, Bd. III*, §. 514—522. Hier genügt es, die Erscheinungen des eignen Lebens im Säuglingsalter anzugeben, von denen die eintretende Lungenathmung als die erste und wesentlichste anzuführen. Die Luft, mit der der Neugeborne in Berührung kommt, ist die äussere Bedingung, der innere Grund die Entwicklungsstufe, welche der Organismus erreicht hat, denn die erste Athmungsbewegung erfolgt selbständig, und zwar gewöhnlich, wenn der Kopf geboren ist und die Brust noch im Fruchtgange liegt. Sie erfolgt durch den Mund und mittelst der Kiefer- und Lippenbewegung, und es wird durch das Athmen der Brustkasten erweitert, das Zwerchfell tritt tiefer herab, der Kehldeckel wird von der Kehlritze mehr entfernt, die Luftröhre wird erweitert, der linke Luftröhrenast, welcher vor dem Athmen mehr senkrecht und nach hinten lag, stellt sich mehr schräge. Die Lungen werden ausgedehnt, mit Luft gefüllt und spezifisch leichter, während sie absolut bedeutend an Gewicht zunehmen, was durch das stärker zuströmende Blut bewirkt wird. Es bildet sich der Lungenkreislauf des Blutes aus, während die Verbindung des Blutes mit dem Fruchtkuchen durch die Nabelgefässe aufhört.

Das Herz wird hierbei durch die früher und stärker sich ausdehnende rechte Lunge mehr nach links gedrängt und durch das Zwerchfell mehr herabgezogen; die obere Hohlvene verlängert, der Aortenbogen aber durch den sich erweiternden linken Luftröhrenast nach vorn und oben gezogen, wobei der Ursprung der linken Schlüsselbeinarterie höher zu liegen kommt als bisher.

Indem der Blutandrang von der unteren Hohlvene abnimmt, und durch deren Herabsteigen die Eustachi'sche Klappe nach unten gezogen wird, so dass sie das Blut nicht mehr zum eirunden Loch leitet, geht weniger und allmälig gar kein Blut mehr durch dasselbe, welches überdiess durch seine sehr grosse Klappe, indem diese durch das in den Lungenvenensack stärker einströmende Blut an dasselbe angedrängt wird, sich schliesst. Es erfolgt dann eine Verwachsung der Klappe mit dem eirunden Loche. Früher schon wird der Botalli'sche Gang unwegsam, indem das Blut nach den Lungen abgeleitet wird und ein stärkerer Blutstrom aus der Aortenkammer die absteigende Aorta füllt und eine Lagenveränderung desselben eintritt, wobei er einen Winkel mit der Aorta bildet und durch den unter ihm liegenden Luftröhrenast zusammengedrückt wird. Bei dem Neugebornen zeigt übrigens das Blutsystem eine bedeutende Extension, das Herz ist verhältnissmässig sehr gross, der Blutumlauf sehr rasch; auch die Haargefässe sind ungemein zahlreich. Die Wärmebildung jedoch ist geringer, nach Davy 27—28^0 und bei schwachen und unreifen Neugebornen nur 25—26^0.

Das Bedürfniss nach Nahrung durch Aufnahme äusserer Stoffe durch animale Thätigkeit stellt sich bei den Mammalien bald nach der Geburt ein, während sie bei einigen eierlegenden Thieren in der ersten Zeit nach der Enthüllung noch rein pflanzlich geschieht, indem der ursprüngliche Fruchtstoff, der Dotter, die Stelle der Milch vertritt. Bei dem neugebornen Menschen erfolgt die Aufnahme von Nahrung durch das Saugen, welches durch die Form und Bildung der Mundhöhle des Neugebornen wesentlich erleichtert wird. Diese ist nämlich breit, niedrig und kurz, während die Lippen verhältnissmässig länger als späterhin sind. Der Trieb zum Saugen ist schon während der Geburt und bei Wendungen schon innerhalb des Fruchthälters beobachtet worden. Die natürliche Nahrung ist

die Milch der Mutter, deren Beschaffenheit und Veränderungen der Verdauungsfähigkeit des Säuglings entspricht. Mit der ersten Zahnbildung, ungefähr im 9. Monate, muss die Ernährung durch die Muttermilch als beendet angesehen werden.

In Hinsicht auf Bewegung ist der Mensch nach der Geburt weniger ausgebildet als irgend ein Thier. Die ersten Bewegungen sind absichtslos, blos durch den Erregungszustand des Nervensystems und dessen Einwirkung auf die Muskeln hervorgebracht. Dann treten zuerst die unwillkürlichen Bewegungen der Athmungsorgane, des Mastdarmes und der Harnblase auf. Das Erwachen der freien Bewegungskraft schreitet von oben nach unten fort, durch das Centralorgan vom verlängerten Marke bis zum Anfange des Brustrückenmarkes werden zuerst die Augenlider, Kiefermuskeln, Zunge, Lippen, Zwerchfell, Rippenmuskeln zweckmässig bewegt, wozu bald die Wirkung des Gehirns auf die übrigen Muskeln des Augapfels sich gesellt, während die Gliedmaassen nur zwecklos und zappelnd sich bewegen, später jedoch dem Seelenzustande des Kindes folgen; erst mit grösserer Stärke des Muskelsystems vermag das Kind die Gliedmaassen zu brauchen und durch das gesammte Muskelsystem aus der liegenden in die sitzende und endlich in die aufrechte Stellung überzugehen.

Am frühesten und verhältnissmässig am kräftigsten zeigen sich bei dem Menschen die Stimmorgane thätig, indem der Neugeborne sofort laut aufschreit.

Was den Zustand der einzelnen Systeme und Organe betrifft, so ist zunächst die Haut von Wichtigkeit. Sie ist bei dem Neugebornen nass und schlüpfrig und von Fruchtschmiere bedeckt. Bei den Thieren wird das Junge durch Lecken der Mutter hiervon gereinigt, bei dem Menschen durch Wasser. Mit der Geburt wird die Haut dem Druck der Atmosphäre ausgesetzt, der Blutandrang somit vermindert, und sie verliert daher ihre Röthe und ihre Aufgedunsenheit. Indem sie nicht mehr vom Fruchtwasser umgeben ist, fängt sie an auszudünsten, jedoch weniger durch eigene Thätigkeit, als durch einen hygroskopischen Prozess, daher in den ersten Monaten sich nie Schweiss zeigt. Die Einsaugungskraft der Haut und die Talgabsonderung bleiben noch eine Zeit lang, daher leicht Ausschlag. Zugleich trocknet die Haut und blättert ab, so dass schon vom 3. bis 6. Tage der erste Häutungsprozess er-

folgt, der einige Wochen dauert. Hiermit wechselt auch die Farbe der Haut und erst vom 3. bis 8. Tage entwickelt sich die Farbe der Race. Charakteristisch ist die gelbe Färbung, welche am 2.—4. Tage auftritt und sich erst im 2. Monate verliert, was darin seinen Grund hat, dass das Blut durch Haut und Leber sich seines Kohlenstoffes zu entledigen sucht.

Die Leber bekommt nach der Geburt durch Unwegsamkeit der Nabelvene weniger Blut, verliert daher ihre dunkle Röthe und wird heller, und auch ihr Wachsthum vermindert sich. Sie erhält auch nicht mehr ein durch den Athmungsprozess im Fruchtkuchen umgewandeltes, im Gegentheil aus den jetzt in ihre Funktion eintretenden Verdauungsorganen ein durch die reichlichere Bildung vom Magen- und Darmsaft desoxydirtes, kohlenstoffiges und im höchsten Grade venöses Blut, daher eine reichlichere Gallenbildung eintritt und Erweiterung der Gallenblase.

Die Milz nimmt nach der Geburt bedeutend an Wachsthum zu, es entwickelt sich in ihrem schlaffen Gewebe mehr der venöse Charakter des Blutes und sie trägt daher zur Verstärkung der Gallenbildung bei. Uebrigens wird sie durch Ausdehnung des Magens mehr senkrecht gestellt und nach hinten geschoben. Die Nieren sind verhältnissmässig grösser als beim Erwachsenen, ihre Unebenheiten verschwinden allmälig durch Verwachsung der Läppchen, und die rechte Niere kommt nach und nach etwas tiefer zu stehen. Die Harnblase senkt sich mehr in das Becken, gewinnt mehr Umhüllung vom Bauchfell und entwickelt sich in ihrem unteren Theile stärker. Die erste Harnentleerung erfolgt in der Regel gleich nach vollständigem Athmen; es wird beim Säugling wenig Harn auf auf einmal, aber oft 8—12mal binnen 24 Stunden gelassen. Anfangs ist der Harn wasserhell und geruchlos, erst vom 5. Monate an wird er gelblich und bekommt etwas Harngeruch.

Die Schilddrüse scheint weniger Blut zu bekommen, die Thymus bleibt im Wachsthum zurück, die Geschlechtsorgane entwickeln sich langsam; an den Eierstöcken zeigen sich nach etwa 6 Monaten die Bläschen und zwar verhältnissmässig sehr gross; die freien Enden der Eileiter entfernen sich mehr von den äusseren Enden der Eierstöcke und der Nebeneierstock verschwindet allmälig. Der Fruchthälter bleibt noch in die Länge gestreckt, der Vorhof bildet sich mehr aus, Klitoris und Hymen treten mehr zurück.

Die fortschreitende Entwicklung der Knochenbildung ist von Meckel, Beclard, Mende besonders erörtert und verweisen wir auf Burdachs *Physiologie, Bd. III,* §. 536.

In den Funktionen des Nervensystems zeigt sich bei dem Säugling mehr die receptive als die aktive Seite thätig und dasselbe wird nicht blos durch die Eindrücke der Aussenwelt, sondern auch durch das beginnende Athmen gesteigert. Der Blutstrom nach dem Gehirn ist besonders stark und es wird dadurch die bildende Thätigkeit in demselben besonders rege. Erst allmälig entwickelt sich die Empfänglichkeit für äussere Reize. Das Gehirn ist anfangs relativ sehr voluminös, bleibt aber später im Wachsthum zurück. Sein weiches Gewebe wird allmälig etwas fester, der Unterschied von grauer und markiger Substanz entwickelt sich mehr und die zwischen beiden liegende gelbliche Substanz wird nach und nach unmerklicher. Der Hirnstamm ist bei der Geburt noch graulich; bald werden die Pyramiden, dann die Oliven, nach 3 Monaten die Brücke und nach 6 Monaten die Schenkel des grossen Gehirns und die Markkügelchen völlig weiss. Das grosse Hirn überwiegt verhältnissmässig das kleine in stärkerm Grade als bei Erwachsenen. Von den Sinnen entwickeln sich zuerst Gehörsinn und Geschmacksinn, beide zur Sphäre des kleinen Gehirns gehörig. Am längsten unentwickelt bleiben Geruch und Getast. Anfangs sind die Sinnesorgane gegen die Eindrücke materiell geschützt und öffnen sich allmälig. Am wenigsten gilt dieses von der Haut als Fühlorgan, auf welche die Eindrücke durch die anklebende Fruchtschmiere kaum gemässigt werden. Dann öffnet sich der Mund am frühesten und selbst schon während des Fruchtlebens, auch die breitgedrückte Nase öffnet sich bald nach der Geburt. Das Auge öffnet sich nach dem Athmen und Schreien, nach einigen Tagen erweitert sich die Pupille, besonders beim Saugen; im Ganzen ist sie verhältnissmässig selbst weiter als beim Erwachsenen. Beim Athmen wird während der ersten Wochen die Hornhaut, die wässerige Feuchtigkeit, die Linse und der Glaskörper heller und für das Licht durchgängiger, als sie im Fruchtleben waren, bald wird auch das Auge dadurch, dass in seinen Kammern eine reichlichere Sekretion wässeriger Flüssigkeit eintritt, welche die Hornhaut stärker wölbt und die Linse von derselben zurückdrängt, mehr zum Sehen in

der Luft geeignet. Die Ohren liegen beim Neugebornen dicht am Kopfe und treten erst späterhin mehr ab. Die Trommelhöhle entleert sich beim Athmen und Niesen allmälig durch die Eustachische Röhre von dem sie füllenden Schleime, später erst verliert sich der sulzige Pfropf, der die äussere Fläche des Trommelfelles überzieht.

Die Wahrnehmungen durch die Sinnesorgane werden erst nach Verlauf einiger Monate objektiv und dem Säugling verständlich.

Die Wachsthumsverhältnisse des Säuglings sind nach Burdach folgende. Der Säugling wächst überhaupt bis zum Ende des 9. Monates um 6 bis 8 Zoll, also von 18 bis 20 zu 24 bis 26 Zoll, und nimmt an Gewicht um 10 bis 12 bürgerliche Pfund zu, indem er von 6 bis 7 auf ungefähr 18 Pfund steigt. Er nimmt also mehr an Masse, als an Ausdehnung zu.

Von dem spätern Kindesalter.

Es reicht bis in das 8. Jahr, beginnt mit Ausbruch der Milchzähne und endet mit dem Ausfallen derselben. Die in dem Säuglingsalter vorherrschende Regsamkeit nimmt etwas ab, dagegen gewinnt das Leben mehr Festigkeit und Selbsterhaltungskraft, und die Sterblichkeit nimmt, wie oben bereits angegeben, im Verhältniss zum Säuglingsalter ab. Ueber den Zustand der einzelnen Funktionen gibt Burdach Folgendes an. Das Athmen nimmt an Frequenz etwas ab und an Tiefe zu. Das arteriöse Blut wird mehr entwickelt und gewinnt an Röthe, sowie an Quantität des Faserstoffes; die Wärmeerzeugung ist gesteigert. Die Pulsfrequenz nimmt ab, im 2. Jahre auf 110, im 3. Jahre auf 100, im 7. Jahre auf 86 Schläge. In Folge reichlicherer, aber leicht veränderter Stoffbildung zeigen sich häufig materielle Krankheiten, wie Ausschläge, Rhachitis, Skrofeln, Wurmbildungen, Ausschwitzungen u. s. w. Die Sekretionen vermehren sich und differenziren sich mehr nach ihrer bestimmten Natur. Ausdünstung der Haut und Lungen nimmt zu, die Hautschmiere wird weniger reichlich, aber mehr ölig. Die Pigmente bilden sich stärker aus; der Speichel nimmt an Menge und Salzgehalt zu, der Schleim auf den Schleimhäuten nimmt zu, das Fett unter der Haut bleibt überwiegend, doch setzt sich mehr Fett im Netze ab; es bildet

sich Knochenmark, die Galle wird bitterer, der Harn gefärbter und gehaltvoller. Das Parenchym der einzelnen Organe nimmt einen bestimmten Charakter an, Haut und Muskeln werden fester, die Verknöcherungen schreiten vor, die Zunahme der Länge und des Gewichtes ist nach Quetelet:

	Bei männlichen Kindern auf			bei weiblichen Kindern auf		
im 2. Jahre	30¼ Zoll	24 Pfd.	7 Lth.,	29¾ Zoll	22 Pfd.	25 Lth.
„ 3. „	33 „	26 „	20 „	32½ „	25 „	6 „
„ 4. „	35½ „	30 „	13 „	35 „	27 „	25 „
„ 5. „	37¾ „	33 „	22 „	37¼ „	30 „	22 „
„ 6. „	39 „	36 „	27 „	39½ „	34 „	6 „
„ 7. „	42¼ „	40 „	26 „	41½ „	37 „	16 „

Mit dem Aufhören des Säugens wird die Trennung des Kindes von der Mutter vollkommen, und es nimmt zu seiner Ernährung die Stoffe unmittelbar auf und muss diese mehr verarbeiten. Daher treten in den Verdauungsorganen wesentliche Veränderungen ein, von denen das Zahnen die am meisten in die Augen fallende, dennoch aber nur ein Theil der Entwicklung des Verdauungsapparates ist und mit derselben auf das Innigste zusammenhängt. Alle Theile zur Aufnahme der Nahrung und zum Käuen, die Mundhöhle und Rachenhöhle, zum Verschlucken derselben, Schlund und Speiseröhre, zur Verdauung und Aufnahme des Nahrungssaftes und Exkretion der Faeces, Magen, Darmkanal und Unterleibsorgane unterliegen einer Umstimmung, indem sie zu einer grösseren Energie und Wirksamkeit übergehen. An dieser Entwicklung nehmen Nervensystem und Blutsystem, das Gewebe dieser sämmtlichen Organe in der materiellen Seite gleichen Antheil, und wenn diese Veränderungen im normalen Fortschreiten unbemerkt vorübergehen, so zeigen sie ihre eigenthümliche Natur bei eintretenden Störungen um so deutlicher. Die grosse Zahl der Krankheiten, welche zur Zeit der Dentition so häufig auftreten, wie Kopfkongestionen, Gehirnentzündungen, Krämpfe, Ausschläge, Mundkrankheiten, Magenerweichung, Darmentzündung, Durchfall, Skrofeln u. s. w. sind eben in diesen Evolutionen begründet.

Das Muskelsystem zeigt die vorgeschrittene Entwicklung auf mehrfache Weise. Gegen das Ende des ersten Jahres versucht das Kind zu stehen, und ist ihm dieses gelungen,

vorzuschreiten. Die Bewegungskraft sämmtlicher Muskeln wird überhaupt freier, die Bewegungen selbst werden mehr auf bestimmte Zwecke gerichtet, die Gesichtsmuskeln werden lebendiger und mehr vom Seelenzustande bestimmt, so dass nach und nach festere und ausdrucksvollere Züge hervortreten, auch gewinnt der Wille die Herrschaft über die Ausleerungen, erst des Darmes, dann der Harnblase. Die Stimmorgane werden zur Hervorbringung artikulirter Töne entwickelt, so dass das Kind mit dem Ende des ersten Jahres sprechen lernt. Es geschieht dieses zum Theil durch die mit dem Zahnen verbundene Kongestion nach dem Munde, zugleich erlangt die Zunge bei Vergrösserung der Mundhöhle durch das beginnende Kauen, wie früher in geringerm Grade durch das Saugen, mehr freie Beweglichkeit, und durch die weiter verknöchernden Zungenbeine einen festen Stützpunkt; durch die Schneidezähne werden die Kiefern von einander entfernt und die bisher schlaffen, mehr zu einem Saugrüssel sich verlängernden Lippen werden mehr gespannte Wandungen der Mundhöhle, welche so wie jene Zähne die Laute zu modifiziren vermögen. Die innere Bedingung der Stimme ist durch das Vorhandensein gewisser Vorstellungen gegeben.

Bei der weiteren Ausbildung des Verstandes und Gemüthes in dieser späteren Kindheit tritt die geistige Rezeptivität und ein verhältnissmässig sehr starkes und vielumfassendes Gedächtniss hervor, und charakteristisch ist in diesem Alter die Nachahmungssucht. Erst nach und nach kommt das Kind zur Selbstbeurtheilung und der Anwendung des Verstandes. Geistig wie körperlich prägt sich jetzt die Geschlechtsverschiedenheit mehr aus.

Von der ersten Jugend, pueritia.

Sie reicht von dem 8. bis zum 14. Jahre, und beginnt mit dem Ausbrechen der bleibenden Zähne. Es tritt dieses zweite Zahnen bei den Thieren viel früher als beim Menschen ein, und besteht darin, dass Zähne theils zu den bisher vorhandenen hinzukommen, theils an deren Stelle treten. Das Ende dieses Zeitraums wird vorzüglich durch die Geschlechtsentwicklung bezeichnet. Steigerung der inneren Kraft in allen Theilen des Körpers ist diesem Lebensabschnitte charakte-

ristisch. Die Esslust wird reger, die Verdauungskraft nimmt zu, Magen und Darmkanal werden muskulöser, die Speichelabsonderung reichlicher, der Darmkoth fester und übelriechender. Die Luftorgane breiten sich mehr aus, das Athmen wird stärker und mehr Bedürfniss, die Sekretion in den Lungen nimmt zu, die Arteriosität tritt stärker hervor, der Puls fällt auf 85 bis 80 Schläge in der Minute. Die Haut wird fester, lebhaft geröthet und saugt weniger ein; der Schweiss ist im Ganzen noch nicht reichlich, vermittelt aber oft schon Krisen. Die Ausschläge nehmen ab. Die Haare wachsen reichlich und bekommen ihre bleibende Farbe. Der Harn wird gehaltreicher und dunkler, die Ausleerung desselben erfolgt weniger häufig. Das Wachsthum erfolgt weniger rasch und weniger gleichmässig. Nach Quetelet steigt die Grösse und das Gewicht des Körpers

	bei Knaben auf			bei Mädchen auf		
im 8. Jahre	44¼ Zoll	44 Pfd.	11 Lth.,	43½ Zoll	40 Pfd.	21 Lth.
„ 9. „	46½ „	48 „	13 „	45½ „	45 „	19 „
„ 10. „	48¾ „	52 „	13 „	47¾ „	50 „	8 „
„ 11. „	50¾ „	57 „	29 „	49½ „	54 „	28 „
„ 12. „	52¾ „	63 „	23 „	51¾ „	63 „	23 „
„ 13. „	55 „	73 „	14 „	53½ „	70 „	12 „
„ 14. „	57 „	82 „	26 „	55½ „	78 „	19 „
„ 15. „	59 „	93 „	13 „	57¼ „	86 „	14 „
„ 16. „	60¾ „	106 „	5 „	58½ „	93 „	9 „

Hieraus ergibt sich, dass der Unterschied in der Körpermasse beider Geschlechter bis ins 12. Jahr geringer ist, als später, zu welcher Zeit das Wachsthum langsamer wird, die jährliche Zunahme des Gewichts aber steigt. Vom 7. bis zum 12. Jahre ist das jährliche Wachsthum im Durchschnitt bei Knaben 2¼ Zoll, bei Mädchen 2 Zoll, von da bis zum 16. bei jenen gegen 2 Zoll, bei diesen 1¾ Zoll. Die jährliche Zunahme des Gewichts dagegen beträgt im Durchschnitte vom 8. bis 12. Jahre bei Knaben 4½, bei Mädchen 5¼ Pfund, und vom 12. bis 16. Jahre bei jenen 10½ bei diesen 7¼ Pfund.

Das Knochensystem wird fester, die Verknöcherungen schreiten vor und die Oberfläche der Knochen wird in Uebereinstimmung mit der weitern Ausbildung des Nervensystems mehr ausgeprägt. Magen und Darmkanal werden weiter, der

Blinddarm grösser, die Leber verhältnissmässig kleiner, fester und mehr hellbraun, die Gallenblase geräumiger, die Milz grösser, mehr dunkel braunroth; die Nieren verlieren die letzten Spuren ihres lappigen Baues und erscheinen ganz glatt. Die Glieder nehmen an Länge zu, namentlich der Oberschenkel. Der Brustkasten erweitert sich namentlich bei Knaben ziemlich bedeutend; die Lungen werden grösser. Die Thymus verschwindet von unten nach oben fortschreitend, und ihr letzter Rest hinter dem obersten Theile des Brustbeines verschwindet gemeiniglich um das 13. Jahr. Der Kopf nimmt mehr in der Breite als in der Länge und Höhe zu. Die Gliederbewegung wird rasch, gewandt und unermüdlich; die Sprache bildet sich völlig aus und der Gesang fängt an sich zu entwickeln. Die Geschlechtsunterschiede entwickeln sich nach allen Richtungen hin stärker.

Von der spätern Jugend, adolescentia.

Das Jünglings- und Jungfrauenalter reicht von der beginnenden Entwicklung der Zeugungskraft bis gegen Beendigung des Wachsthums, beim männlichen Geschlecht vom 16. bis 23., beim weiblichen Geschlechte vom 14. bis 20. Jahre.

Das Wachsthum geht im Anfange dieses Lebensalters meist schnell vorwärts und nicht selten um 4 bis 6 Zoll in einem Jahre. In den Gelenken zeigt sich ein Ueberschuss von Säften und eine gesteigerte Lebendigkeit, sie sind unverhältnissmässig dick und schmerzen bisweilen. Das Wachsthum hört im 18., 20. oder 23. Jahre auf. Die mittlere Grösse ist dann bei dem männlichen Geschlechte 5 bis $5\frac{1}{2}$ Fuss, bei dem weiblichen 4 Fuss 8 Zoll bis 5 Fuss 2 Zoll; die mittlere Schwere 130 Pfund. Brust und Becken entwickeln sich vornämlich, wodurch Kopf und Gliedmaassen mehr zurücktreten. Die Knochen werden grösser und fester und nehmen die bleibende Form an. Der letzte Backzahn bricht im 20. bis 23. Jahre durch. Die Gallenblase und die Milz werden grösser, die Nieren aber verhältnissmässig kleiner; der Harn enthält mehr Harnstoff; die Harnblase dehnt sich nach hinten und oben mehr aus, so dass der Harnstrang nicht mehr auf der Mitte der obern Fläche, sondern mehr nach vorn sitzt. Die Muskelsubstanz wird derber, röther, das Fett konsistenter und gelber.

Alle Funktionen gehen rasch und kräftig vor sich; das Blut strömt stärker nach den Lungen, die an Ausdehnung zunehmen; die Luftröhre wird weiter, ihre Knorpelsubstanz fester und die Stimme stärker; das Athmen ist tiefer, vollständiger, kräftiger, aber auch Krankheiten der Brustorgane werden häufiger. Die Plastizität ist kräftiger, die Esslust ist lebhaft, die Verdauung schnell und stark, die Ausdünstung vermehrt. Die einzelnen Säfte sind mehr konzentrirt, besonders aber das Blutsystem überwiegend, das Blut in höherm Grade arteriös, hellroth, warm, bindend, an Faserstoff reich. Das Herz ist fester, die Blutgefässe sind derber und die Venen verhältnissmässig stärker, der Puls kräftig und voll, macht ungefähr 75 bis 80 Schläge in einer Minute, die Wärmeerzeugung ist lebhaft, die Farbe blühend, die ganze Substanz vollsaftig und elastisch. Die Vollblütigkeit wird leicht anomal, die Kongestion nach dem Gehirn aber schwächer, und mehr nach den Lungen und der Peripherie, als Gesicht, Hals und Nacken gerichtet. Die Sinne sind scharf, der Geist und das Gemüth rege und lebhaft; die körperliche Schönheit, durch frische Kraft und Zartheit charakterisirt, ist diesem Alter eigenthümlich.

Die Zeugungskraft entwickelt sich in diesem Alter unter den schon oben angegebenen Erscheinungen in den Geschlechtsorganen und im Gesammtorganismus bei beiden Geschlechtern.

Von dem Mittelalter.

Das Mittelalter stellt die erste Hälfte des reifen Lebens dar und reicht von den zwanziger Jahren bis gegen die fünfziger, und charakterisirt sich durch das möglich vollständigste Erscheinen der Gattung im Individuum. Die einzelnen Funktionen werden von Burdach in folgender Weise geschildert.

Das Wachsthum in die Länge ist fast beendigt und nimmt nach Quetelet nur noch um 2 Linien zu, dahingegen nimmt die Breite bis in die dreissiger Jahre zu, und zwar beim Manne besonders an Brust und Schultern, beim Weibe am Becken und den Hüften. Gegen das Ende des Mittelalters wird mehr Fett erzeugt, besonders in der Unterleibshöhle. Die Verdauung geht weniger schnell als bisher, aber energischer, was namentlich durch die reichliche und kräftige Gallenbildung bewirkt wird; daher hat auch der Darmkoth eine

dunklere Farbe und einen stärkern Geruch. Das Athmen erlangt seine volle Kraft, die anfangs noch bestehende Neigung zur Lungenschwindsucht verliert sich; Bronchialdrüsen und Lunge selbst färben sich dunkler. Das Blutsystem wird überwiegend über das Lymphsystem, dessen Drüsen mehr zurücktreten und bleicher werden. Die Lungenarterienkammer nimmt im Verhältniss zur Aortenkammer an Weite noch zu. Die Arterienwände werden derber und ihr Zellgewebe mehr verdichtet. Die Haargefässe sind weniger blutreich und weniger leicht einzuspritzen, als im früheren Lebensalter. Die Venen werden weiter als die Arterien, wie auch die Milz grösser und mehr bläulichroth wird. Gegen Ende des Mittelalters tritt das Pfortadersystem hervor: Leberentzündungen, Cholera, Gallensteine kommen häufiger vor, auch Stockungen in der Pfortader und damit zusammenhängende Hypochondrie und Melancholie. Die Haut wird derber und dunkler, die Einsaugung ist wieder lebhaft, Kälte und Hitze werden leichter ertragen. Die Ausdünstung an den Zeugungsorganen entwickelt ihren spezifischen Geruch stärker, der Schamberg wird höher und breiter, die Haare an der Schamgegend werden starrer, krauser, dunkler, und breiten sich beim Weibe an den Schamlippen, beim Manne am Hodensacke und Mittelfleische aus. Die Geschlechtseigenthümlichkeiten prägen sich im ganzen Körper mehr aus. Die Muskeln werden stärker, derber, reicher an Faserstoff, die Knochen nehmen an Festigkeit und Dicke zu, ihre Erhöhungen und Vertiefungen werden stärker; ihr Mark wird reichlicher und mehr entwickelt. Das Gehirn macht jetzt nur $1/_{35}$ bis $1/_{40}$ der ganzen Körpermasse aus und das Uebergewicht der Sensibilität hört auf. Innerhalb der Zirbel bildet sich Sand, und der vor ihr liegende wird mehr gelb gefärbt.

Der Schlaf ist tiefer und kürzer; die Sinne und Bewegungsorgane erreichen den Gipfel ihrer Thätigkeit. Die geistige Kraft schreitet vor; das Selbstbewusstsein, der Ernst, die Selbstbeherrschung und Beharrlichkeit sind vorwaltend.

Die wesentlichste Erscheinung in diesem Zeitraume ist die der Geschlechtsreife, von welcher schon oben bei der Zeugung gehandelt.

Von dem Grossalter.

Das Grossalter stellt die 2. Hälfte des reifen Lebens dar und zerfällt wiederum in 2 Abschnitte, von denen der erste, Senectus prima s. cruda, in der 2. Hälfte des 5. Jahrzehends beginnt und um das 70. Jahr endet, und sich in seinem Eintritte durch Erlöschen der Zeugungskraft bei dem Weibe und die Verminderung derselben bei dem Manne charakterisirt. Die Menstruation erlischt gegen Ende der vierziger Jahre, anfangs erscheint sie seltener, wird unregelmässiger, mit Beschwerden verbunden, dem entsprechend verlieren sich auch die inneren Veränderungen, welche die Zeugungsorgane während der Menstruation erleiden, und sie selbst treten in ihrer materiellen Bildung zurück. Bei dem Manne ist das Zurücktreten der Zeugungskraft weniger an eine bestimmte Zeit gebunden und nicht von besonderen Zufällen begleitet.

Bei beiden Geschlechtern zeigt sich mehr das Bedürfniss reichlicher, konzentrirter, derber, gewürzter Nahrung und starker Getränke, welches leicht übermässig ausartet. Die Verdauung ist kräftig, die Galle scharf und reichlich, und da zugleich der Kraftaufwand sich vermindert, so entsteht Vollblütigkeit, die besonders in den Unterleibsorganen sich entwickelt, daher Krankheiten des Pfortadersystems, der Leber, der Milz, atrabilarischer Zustand, Hämorrhoiden, Infarkten, Gicht u. s. w. häufig. In den sechsziger Jahren vermindert sich die Blutfülle allmälig. Die Fettbildung besonders im Bauche wird stärker, und wenn der Mann durch die reichlichere Fettbildung sich einigermaassen dem weiblichen Charakter nähert, so wird bei dem Weibe die Zartheit durch eine an Männlichkeit grenzende Derbheit verdrängt, und der männliche Typus spricht sich in der Form, der Konsistenz, dem Hervorsprossen von Haaren am Kinn, der tiefern, weniger reinen und geschmeidigen Stimme, sowie im Charakter aus. Die Bewegungen werden schwerfälliger, langsamer und ungraziöser.

Das Greisenalter, welches mit dem 70. Jahre beginnt und bis zum Tode reicht, charakterisirt sich durch herabgestimmte Thätigkeit aller Funktionen. Die einzelnen Erscheinungen dieses Lebensabschnittes sind nach Burdach: Die Feuchtigkeit vermindert sich, es entsteht eine gewisse Starrheit, vermehrte

Dichtigkeit, Trockenheit und Sprödigkeit der Fasern. Es zeigen sich hier verschiedene Stufen und Formen. Das Zellgewebe wird dichter, trockner, weniger dehnbar und kontraktil und auch eine vermehrte Dichtigkeit in den weichen Gebilden des plastischen, sowie des animalen Lebens tritt auf; sehnige Hüllen verdicken sich, neue sehnige Bildungen treten in muskulösen Theilen hervor, knorplige in sehnigen Membranen, Verknöcherungen in sehnigen und knorpligen Theilen. Die Masse nimmt ab, vorzüglich in den Muskeln, Knochen, Knorpeln und im Zeugungssystem, in der Schilddrüse, Milz, den Nebennieren und an einigen Stellen des sensiblen Systems. Zähne und Haare fallen aus; es verschwinden mehrere Verzweigungen an der Peripherie des Gefäss- und Nervensystemes, bisweilen auch die zentralen Organe des Zeugungssystems. Nach Quetelet vermindert sich das Gewicht des Mannes vom 50., beim Weibe vom 60. Jahre an, und sinkt bis zum 90. Jahre bei ersterem von 130 Pfund auf 123, bei letzterem von 120 auf 105½ Pfund. Oefters gehen mehrere Gebilde in eins zusammen und verschmelzen, so bei Knochen, die nicht durch Gelenke verbunden sind, und im Kreise der Schleimhäute am Zahnfleische über den leer gewordenen Zahnfächern.

Es tritt ferner eine Veränderung in den Farbstoffen auf. Die Lebhaftigkeit derselben nimmt ab, ihre Differenz wird verwischt und innerlich wie äusserlich wird Alles unreiner und schmutziger. Bleicher werden die Schleimhäute und ihre Grenzorgane, Lippen, Nymphen und Eichel, sowie Leber und Milz durch Verminderung ihres Blutgehaltes; durch Verminderung des Pigmentes bleichen Iris, Chorioidea, der gelbe Fleck der Netzhaut und der Hirnsand. Andere Organe werden dunkler gefärbt; das Weiss der Haut verwandelt sich in Grau, das Roth in Braun; die Nerven und Synovialhäute werden graulich, die Knochen werden gelber, das Fett orangengelb, die Zähne gelb, das Hirnmark gelblich, die Saugaderdrüsen bräunlich, die Muskeln braunroth, die Lungen blauschwarz, die Nieren dunkelroth. Durchsichtige Theile, wie seröse Membranen, Hornhaut, Krystalllinse werden trübe; die Nägel werden durchsichtiger, grauer.

Die Empfänglichkeit gegen äussere Reize wird vermindert, der Pulsschlag seltener und langsamer, die Darmausleerung

träger. Die Ingestion ist schwächer; die Saugadern des Haut- und Schleimhautsystems sind weniger thätig, enger und zum Theil verschwunden; daher auch die Einsaugung geringer, Einreibungen unwirksamer und eine Ansteckung seltener. Die Zähne werden mechanisch abgenutzt, zugleich zeigt sich eine Ersatzbildung. Die Schneidezähne haben um das 70. Jahr eine breite Kaufläche, indem die halbe Krone abgeschliffen ist; aber die dadurch geöffnete Höhle des Zahnes füllt sich mit neuer Knochensubstanz, welche als ein bräunlich- oder röthlich-gelber Fleck in der Mitte der Kaufläche erscheint. Die Zähne fallen nach und nach aus, es schliessen sich dann die Fächer der Kiefer durch Absatz von Knochensubstanz, vielleicht unter Mitwirkung von Kontraktilität. Der Zahnhöhlenrand schwindet, der Oberkiefer wird niedriger, der Gaumen platt. Auch der Unterkiefer wird niedriger, er zieht sich überdies in seiner Länge zusammen, der aufsteigende Ast wird niedriger, stellt sich mehr schräge, so dass die Ecke stumpfer wird und der Gelenkfortsatz niedriger steht, als der Kronfortsatz; das Gelenk kommt mit dem Zahnfleische des Oberkiefers in eine Fläche zu liegen; der Kronenfortsatz wird schmäler und spitzer, und die vordere Fläche des Unterkiefers über dem Kinne steht nicht mehr senkrecht, sondern schräge. Beide Kiefer berühren einander meist nur noch an der Stelle, wo die Backzähne sassen. Das Kauen wird schwächer, erst wenn alle Zähne ausgefallen, geht es wieder vermittelst des dichter und fester gewordenen Zahnfleisches besser von Statten. Das Schlingen wird schwieriger, die Esslust ist jedoch ziemlich rege, der Greis liebt mehr feste als flüssige Speisen, und mehr Fleisch als Vegetabilien; erst spät nimmt die Esslust ab. Die Verdauung ist langsamer, nach Seiler ist die Zahl der Darmzotten geringer und die Absonderung des Darmsaftes schwächer, die Galle mitunter dicker und klebriger, an einzelnen Stellen des Darmkanales zeigen sich mitunter Verdichtungen, bald Erweichungen und ebenso Erweiterungen oder Verengerungen. Die Stuhlausleerungen werden träger und häufig sind Verstopfungen.

Die Bewegungen des Brustkastens beim Athmen sind langsamer, die Blutbildung ist sparsamer, das Blut selbst dunkler und ärmer an Faserstoff; die Venosität wird überwiegend, und da die Venen an Dichtigkeit ihrer Wandungen weniger

zunehmen als die Arterien, so häuft sich mehr Blut in ihnen an; die Reizbarkeit des Herzens ist vermindert, sein Schlag seltener und langsamer, sinkt auf 60 bis 50 in der Minute. Mit der verminderten Thätigkeit der Arterien nimmt auch die Wärmeentwicklung ab und es fällt die Turgescenz der Theile. Bei dem veränderten Stoffwechsel sind abnorme Bildungen häufig, die Ernährung wird schwächer, das Fett verliert sich; die Sekretion wird schwächer, daher der ganze Körper trockner und die Bewegungen schwieriger.

Die Zeugungsorgane schrumpfen ein und werden saftlos, was beim Manne erst nach dem 60. Jahre oder auch noch später deutlich hervortritt; die Hoden welken, der Hodensack wird schlaffer, Samenleiter und Samenbläschen schrumpfen zusammen, und so auch die übrigen Geschlechtsorgane. Beim Weibe ist dieser atrophische Zustand noch deutlicher; die Eierstöcke schwinden oft gänzlich; der innere und äussere Muttermund verwachsen oft.

Die äussere Haut welkt und die Thätigkeit derselben schwindet. Die Nägel werden dicker, spröder, bläulichroth; die Haare dünner und grau.

Die Sinnesthätigkeiten nehmen ab, am frühsten und stärksten das Gesicht. Das Gehör wird stumpfer, ebenso der Tastsinn.

Die Grösse des Körpers nimmt ab, die Wirbelsäule verliert etwas von ihrer Höhe, indem die Wirbelkörper niedriger und die Zwischenknorpel dünner werden; häufig wird der Rücken durch das Uebergewicht der Beugemuskeln über die schwächer gewordenen Streckmuskeln gekrümmt und so auch der Kopf weniger aufrecht getragen. Nach Quetelet nimmt die Grösse schon im 50. Jahre um einige Linien ab und sinkt bis zum 90. Jahre beim Manne von $64\frac{1}{4}$ auf $61\frac{3}{4}$, beim Weibe von $60\frac{1}{2}$ auf $56\frac{3}{4}$ Zoll.

Man hat den im Alter eintretenden Tod als eine Folge der bei dem Greise stattfindenden materiellen Veränderungen, der Trockenheit und Starrheit der Gebilde, der Verknöcherung der Arterien, der Verwachsung der Haargefässe u. s. w. betrachtet. Diese Erscheinungen sind jedoch Abnormitäten, welche sich zwar häufig, aber nicht konstant und nicht ausschliesslich im hohen Alter bilden und das Aufhören der lebendigen Funktionen des Organismus nicht genügend erklären können. Wir haben uns

bei der Betrachtung der Lebenskraft dahin ausgesprochen, dass diese in einem selbständigen, in sich abgeschlossenen Prinzipe bestehe, welche das Materielle und Dynamische des Organismus nach seinem Typus leitet und ordnet. Es ist diesem Prinzipe die Endlichkeit, die Nothwendigkeit des Aufhörens eingepflanzt, und es unterliegt dasselbe durch äussere Einwirkung oder durch Erlöschen der eignen Kraft, welches letztere sich dann mit dynamischen Veränderungen im Organismus identifizirt und sich in diesen ausspricht. Diese sind jedoch keine durchaus bestimmten und eng abgeschlossenen, können vielmehr unter den verschiedenartigsten Erscheinungen auftreten und hierdurch dem Gesetze der Endlichkeit Genüge leisten.

Dritter Abschnitt.

Von der Verschiedenheit der Menschen nach Racen und Temperamenten.

Die Menschen zeigen sich untereinander in fast allen Beziehungen hin verschieden, so in Bezug auf Grösse, Umfang, Gestaltung des Körpers, auf die Färbung besonders der Haut und der Haare, auf den Verlauf der körperlichen Entwicklung und auf die Bildung der geistigen Thätigkeiten.

Eine spezielle Lehre dieser Gliederung und Entwicklung der Menschheit kann hier keinen Platz finden, und gehört auch mehr der Anthropologie als der Physiologie an. Es mag daher hier genügen, die Verschiedenheit der Menschen nach den Racen und nach den Temperamenten aufzuführen.

Von den Racenverschiedenheiten.

Die Racenunterschiede der Menschen beruhen vornemlich auf körperliche Eigenthümlichkeiten, welche die Völker verschiedener Erdgegenden erkennen lassen. Man hat es versucht, diese Unterschiede ihren Ursachen nach zu erforschen oder sie als höhere oder niedere Entwicklungsstufen des Menschengeschlechtes hinzustellen, jedoch ohne bestimmte Resultate, wenigstens sind diese nicht von der Art, dass sie dem wissenschaftlichen Forscher genügen können. Selbst über die Grundfrage für alle weiteren Untersuchungen, wieviel Hauptstämme der Menschheit oder Racen man zu unterscheiden habe, sind die Schriftsteller nicht einig. Linné wollte 4 Stämme nach den 4 Welttheilen annehmen, indessen lassen sich die

verschiedenen Formen nicht mit den Welttheilen unbedingt zusammenstellen, da oft in einem Welttheile verschiedene Stämme sich finden. Blumenbach nahm, gestützt auf die Vergleichung der Formen, und besonders der Schädelformen, 5 Menschenracen an, nämlich die kaukasische, amerikanische, mongolische, malayische und äthiopische. Die malayische Race wurde jedoch von späteren Forschern, so von Rudolphi, für eine gemischte angesehen. Bory von Vincent stellte 2 grosse Abtheilungen, kraushaarige und glatthaarige Menschen, und hiernach viele Unterabtheilungen auf, Retzius hat 2 Formen der Schädelbildung, kurze oder lange, angenommen, ohne dass jedoch diesen und ähnlichen Eintheilungsprinzipien irgendwie gefolgt worden ist. Man hat vielmehr fast allgemein 4 Menschenracen, nach der Aufstellung von Blumenbach, mit Hinweglassung der malayischen, unterschieden, deren Charakteristik wir in dem Folgenden geben.

1) Der kaukasische oder europäische Stamm. Zu ihm gehören nach Rudolphi alle Bewohner Europas, nach Blumenbach sollen zwar die Finnen und Lappen zu der mongolischen Race gerechnet werden, wogegen jedoch Rudolphi mit Bestimmtheit auftritt. Die Bewohner des höchsten Nordens, die Eskimos, sind so wie die Grönländer, die arktischen Hochländer und die Tschuktschen ebenfalls, wenn auch nicht unvermischt, hier anzureihen. In Asien gehören viele Völker des westlichen und zum Theil auch des südlichen Asiens hierher. Nach Rudolphi gehört ein grosser Theil der Hindus hierher, trotz ihrer dunkeln, selbst schwarzen Farbe; während die Tartaren, welche Blumenbach durchgehends als Mongolen ansieht, theilweise den Europäern anzureihen sind, so die Baschkiren und Tscherkessen. Auch in Afrika ist der europäische Stamm ebenfalls sehr ausgebreitet; die Mauren schliessen sich nah an die Südeuropäer, während die Abyssinier ein Gemisch von Mauren und Aethiopiern darstellen.

Das charakteristische Zeichen des kaukasischen Stammes besteht in der starken Ausbildung des Schädels, bei sehr gewölbter Stirn und zurücktretenden Gesichtsknochen, namentlich der Kiefer und der Jochbogen. In der ausgebildetsten Form, so bei den alten Griechen, zeigt sich hierbei ein Gesichtswinkel von 90°. Ausserdem ist der Haarwuchs am ganzen Körper, vorzüglich am Barte, stärker als bei den übrigen

Völkern; das Haupthaar weich, zuweilen lockig, aber nie wollig. Die Haut ist zarter und weisser; selbst bei den Völkern mit brauner Farbe, wie bei den Mauren, tritt die weisse Farbe hervor, sobald die Individuen sich im Zimmer aufhalten.

2) Der mongolische Stamm, von Carus als östliche Dämmerungsseite der Menschheit aufgeführt, umfasst nach Rudolphi die Japaner, Chinesen, Bootaner, Tibetaner, Kalmücken, Buräten, Aleuten u. s. w., vermischt sich südöstlich mit den Malayen, so dass es schwer wird die Javaner und andere südindische Völker von ihm zu trennen.

Dieser Stamm charakterisirt sich durch ein glattes, breites Gesicht mit zurücktretender Stirne, vorspringende Jochbeine, weit auseinander und schief nach Innen stehende Augen mit enggeschlitzten Augenlidern; eine plattgedrückte Nase. Das Haar ist dunkel, kohlenstoffreich, wie bei den Aethiopiern, zeigt jedoch nicht die starke Spiralwicklung; der Bartwuchs ist gering, die Haut hat eine gelbliche oder bräunliche Färbung. Der Körper zeichnet sich durch Kleinheit und Breite des Gesammtbaues, durch grosse Leichtigkeit und Zartheit aus.

3) Der äthiopische oder Negerstamm zieht sich westlich von den maurischen Völkern bis an die Südseite Afrikas und dringt östlich bis zur Nordküste Afrikas vor; auch auf den Andaman-Jnseln findet sich dieser Stamm, dem auch die Südseeneger oder Papus nach Rudolphi wahrscheinlich als Stammvolk angehören.

Der äthiopische Stamm zeichnet sich durch den zusammengedrückten Schädel mit zurücktretender Stirne aus, die Bogen der Schädelwirbel sind auffallend klein und schmal, die des mittlern Schädelwirbels (ossa parietalia) verhältnissmässig zu den anderen besonders lang; der Hinterhauptswirbel ist verhältnissmässig bedeutender, als der Vorderhauptswirbel. Die Bogen der Antlitzwirbel (Nasenknochen und Knorpel) platt, dagegen Ober- und Zwischenkiefer vorgeschoben. Auch im Becken zeigt sich nach Vrolik das Vorgeschobensein des Vorderrandes, so dass die Konjugaten im Verhältniss zu den Querdurchmessern grösser werden. Die Farbe der Haut ist schwarz und eine starke Hautausdünstung zugegen; das Haar ebenfalls durch kohlige Ablagerungen schwarz und spiralig gedreht, wollig. Diese Ablagerung in der Haut beginnt schon im Fötusleben. Die Knochen der Neger sind weiss.

Nach Carus zeichnen sich die Neger, die Nachtseite der Menschheit, durch das Vorherrschen starker Leidenschaftlichkeit, starke Ernährung selbst bei mässiger Stoffaufnahme, grosse Geschlechtskraft der Männer (Meyer fand im Penis des Negers selbst eine knorplige Andeutung des Ruthenknochens der Thiere) und starke Fruchtbarkeit der Weiber (auch hier vermehrte Vegetation in der Geschlechtssphäre, durch Wucherung der Hinterbacken und der Nymphen bei den Hottentottinen angedeutet), sowie durch geringe geistige Entwicklung aus.

4) Der amerikanische Stamm besteht aus den Urbewohnern Amerikas mit Ausnahme des Nordens, welchen die Eskimos inne haben. Carus hebt 3 Momente als die am meisten diesen Stamm bezeichnenden hervor:

1) Die stärkere Entwicklung der Rippenbogen und Gliedmaassen des Kopfskelets überhaupt, und insbesondere der Antlitzrippen und Rudimente von Antlitzwirbeln zu der der Schädelwirbel und insbesondere zum Wirbelbogen des Vorderhauptwirbels, daher die niedrige, rückwärtsgelegte Stirn bei einer meistens grossen Nase und weiten Nasenhöhlen. 2) Die Tendenz zu röthlicher kupferartigen Färbung der Haut dieser westlichen Stämme im Gegensatze zu der mehr gelblichen Färbung der östlichen Dämmerungsvölker. 3) Die geringere Anlage zu höherer geistiger Entwicklung.

Von den Temperamenten.

Schon die Alten erkannten, dass, so verschieden auch das Verhältniss sich gestalte, nach welchem das Individuum die äusseren Eindrücke aufnimmt und gegen dieselben reagirt, sich dennoch diese Verschiedenheiten in gewisse Kategorien bringen lassen, welche man als Temperamente aufführte, und dass endlich diese Temperamente mit bestimmten Eigenthümlichkeiten der geistigen und körperlichen Substraten des Individuums zusammenfielen. Es sind nach Harless nicht die momentanen Erregungen der Psyche und die darauf erfolgende plötzliche Reaktion, wie in den Leidenschaften, sondern bleibende Dispositionen, so oder so gegen Aussen sich zu verhalten, welche als Temperamente bezeichnet werden, bei denen die Mitwirkung des Körpers oder dessen mehr bleibende

Mischung seiner Stoffe als das wesentlich Bedingende gedacht wurde.

Galen unterschied hiernach 4 Temperamente, das sanguinische, phlegmatische, cholerische und melancholische, den 4 Elementarqualitäten aller Materie: dem Calidum, Frigidum, Siccum und Humidum entsprechend.

Wie sehr nun auch im Verlauf der Zeit die Lehre von den Temperamenten weiter ausgearbeitet wurde, und wie oft man auch die Eintheilungsprinzipien änderte, die bessern Beobachter mussten jedoch immer wieder auf diese 4 Arten zurückkehren, und nur die Erklärungsweise, ob die Temperamente mehr durch die festen oder flüssigen Theile des Körpers, durch die Mischung oder durch die Konstitution der Seele bedingt werde, zeigte sich je nach den herrschenden Lehren der Medizin abweichend. Wir wollen demgemäss zunächst eine Charakteristik dieser 4 Temperamente geben, und folgen hier Harless' Angaben in Bezug auf die geistigen Aeusserungen der einzelnen Temperamente.

Der Phlegmatiker nimmt äussere Eindrücke ruhig hin, geräth nur in seltenen Fällen in heftige Gemüthsaufregung, seine Vorstellungen können sich rasch folgen, bleiben aber mehr in bestimmteren Kreisen, ohne schnell in einander überzuspringen und ohne grosse Lebhaftigkeit; die Phantasie ist weniger geschäftig, die Leidenschaften seltener, aber wenn sie wirklich zu Stande kommen, können sie ebenso heftig sein Gemüth bewegen und anhaltender. Gleichgültige Handlungen führt er mit einer gewissen Ruhe und Langsamkeit aus, wichtige bedächtig, aber keineswegs nothwendig ohne Energie.

Der Sanguiniker nimmt jeden äusseren Eindruck mit Lebhaftigkeit auf, Dinge, welche Andere ruhig und kalt lassen, erregen ihn heftig, seine Aufregung ist aber mehr momentan, vom Augenblicke erzeugt und kaum länger dauernd, als die Einwirkung. Seine Vorstellungen bewegen sich rasch in verschiedenen Kreisen, und die Lebhaftigkeit seiner Phantasie hindert ihn an ruhiger, kalter Berechnung, am Durchführen vorgesetzter Pläne und Entschlüsse. Glück und Unglück erregt bald Lust-, bald Unlustgefühle, die ebenso schnell als äussere Erfahrungen wechseln, doch sucht er die letzteren sich so fern als möglich zu halten. Seine Bewegungen sind rasch, momentan energisch, aber nicht anhaltend, eine gewisse

Leichtigkeit und Anmuth im Benehmen, Offenheit und Gutmüthigkeit machen ihn zum angenehmen Gesellschafter, sein Wankelmuth aber nicht zum zuverlässigsten Freund.

Der Choleriker erfasst Aeusseres mit gleicher Lebhaftigkeit, wie der Sanguiniker, aber nicht Alles, sondern nur Einzelnes, was gewisse Richtungen seines Charakters hemmt oder unterstützt. Für ihn Unwichtiges regt ihn wenig oder gar nicht auf. Seine Vorstellungen bewegen sich rasch, auch in verschiedenen, aber enger zusammengehörigen Ideenkreisen, seine Phantasie ist auch lebhaft, aber weniger selbstgeschäftig, als bei dem Sanguiniker. Seine Handlungen sind rasch, energisch, bestimmt, mit Energie andauernd bis zur Erreichung vorgesteckter Zwecke.

Der Melancholische wird weniger von Lust erregenden, mehr von Unlust erregenden Dingen affizirt, die Tiefe seiner Gefühle ist gross, der Gefühle, welche sich mehr im schmerzlichen Genuss von Vorstellungen unerreichbarer Ideale bewegen, als im erfrischenden Genuss von Vorstellungen erreichbarer berechneter Zwecke, welche dem Choleriker seine Spannkraft geben. Seine Handlungen sind von geringer Energie, die jedoch länger andauert als bei dem Sanguiniker. Sein Benehmen ist weniger entschieden, weniger leicht, und er sucht die Aeusserungen seiner Stimmungen vor Anderen zurückzuhalten, um sie um so lebhafter in der Einsamkeit hervortreten zu lassen.

Was die diesen Temperamenten entsprechende Körperkonstitution betrifft, so gehört dem phlegmatischen Temperament die lymphatische Körperkonstitution an, begründet durch Vorwalten des Lymphsystemes. Es zeigen die hierher gehörenden Individuen einen zarten Bau, weiches Fleisch, schwammigen und gedunsenen Körper, der keiner starken Anstrengung fähig ist. Der Darmkanal ist das vorzüglich thätige System, daher der Phlegmatiker in der Regel ein Freund von gutem und langem Essen. Blutumlauf und Athem sind langsam; Hang zur Ruhe und zu vielem Schlafen.

Das sanguinische Temperament zeichnet sich durch die arterielle Konstitution aus; der Puls ist häufig und schnell, der Athem rasch; Haut und Lungen vorzugsweise thätig. Die Haut zart, fein, weiss, die Farbe blühend und die Formen fein, dennoch aber entschieden ausgebildet.

Das cholerische Temperament besitzt ein treffliches, ausgebildetes Muskelfleisch, und überhaupt sehr gut entwickelte Gewebe; der ganze Bau ist daher gedrungen und fest, kräftig, ohne Neigung zum Schwammigen und Fetten, oft mager. Der Puls voll, hart und häufig; das Athemholen rasch und kräftig. Die Exkretionsorgane, besonders Haut und Leber sind sehr thätig und der allgemeine Ausdruck ist der der Kraft.

Das melancholische Temperament zeichnet sich durch die passiv venöse Konstitution aus; die Muskeln sind schlaff, die Haut kühl, blass oder grau, schwärzlich mit dicken durchscheinenden Venen; der Puls und das Athmen selten und langsam; das Pfortadersystem herrscht vor, der Unterleib ist besonders ausgebildet und stark; Haut und Lungen sind weniger thätig.

Wir dürfen nicht erwarten, die Temperamente, wie sie hier geschildert worden, in der Wirklichkeit rein und unvermischt vorzufinden; es zeigen sich bei den meisten Individuen sogar Uebergangsformen der einzelnen Temperamente, die viele Schriftsteller veranlasst haben, eine grössere Zahl von Temperamenten aufzustellen. Diese Uebergangsformen entstehen dadurch, dass die angeführten geistigen und körperlichen Charaktere nicht scharf ausgeprägt sind, und in der Individualität eine gewisse Unentschiedenheit und Unbestimmtheit bedingt wird. Es sind aber nicht diese allein, welche die Lehre der Temperamente erschwert haben. Das Temperament setzt die Individualität eines Menschen in geistiger und körperlicher Beziehung fest, und ist von dem Grundsatz ausgegangen, dass diese durch gegenseitige Abhängigkeit in allen Fällen eine Einheit darstellen und einer bestimmten Körperbildung auch stets eine geistige Eigenthümlichkeit entspreche. Diese Annahme, wenn auch in der Mehrzahl der Fälle richtig, unterliegt jedoch vielfachen Ausnahmen, und namentlich wo die geistige Bildung des Menschen vorwaltet, der Geist sich eben von den körperlichen Einflüssen zu befreien und seine Handlungen nach freier Ueberlegung, durch den Gedanken unabhängig von den Gefühlen zu bestimmen sucht.

Diese Beobachtungen scheinen die ganze Basis der älteren Lehre von den Temperamenten zu erschüttern, und haben vorzüglich dazu beigetragen, neuere Schriftsteller zur Aufstellung

abweichender Bestimmungen zu verleiten. So hat Harless in Wagners *Handwörterbuch der Physiologie, Bd. III, Abth.* 1, die Lehre von den Temperamenten auf eine eigene Weise bearbeitet, und für die Einwirkung von Aussen, und das Verhalten der körperlichen und geistigen Funktionen gegen dieselbe und unter sich, physikalisch-mathematische Gesetze aufzustellen versucht; er gelangte hierbei zu dem Resultate, die Temperamente in 2 Gruppen zu theilen, und als die erste Gruppe diejenige anzusehen, bei welcher der Geist sich von äusseren Einflüssen nicht bestimmen lässt, als zweite die, bei welcher er sich von ihnen bestimmen lässt. Zu jener rechnet er das phlegmatische und cholerische, zu dieser das sanguinische und melancholische. Indessen muss er dennoch zugeben, dass der Geist, unabhängig von der Körperkonstitution, seine Selbstbestimmung verlieren oder erringen kann.

Diese freie Selbstbestimmung des Geistes kann jedoch die ältere Lehre von den Temperamenten nicht aufheben. Diese Uebereinstimmung zwischen Geist und Körper ist naturgemäss vorhanden, und selbst da, wo der Geist durch eigene Fortbildung zur grösseren Selbstbestimmung gelangt, wird er jene Abhängigkeit vom Körper dem schärfern Beobachter niemals ganz entziehen können. Harless gibt in dieser Beziehung an, dass, wenn sich die geistige Richtung des Cholerikers ändert und er sich von der Aussenwelt bestimmen lässt, die äusseren Anstösse mit einer gewissen Energie und Tiefe einwirken, und es sind nur die von Bedeutung, welche für die neue Richtung seines Geistes Werth haben. Was ihm früher Zwecke fürs Leben waren, deren Ausführung er durch Wirken nach Aussen erstrebt hatte, werden ihm jetzt Ideale sein, die ihm unerreichbar erscheinen müssen, sobald er selbst die Bestimmung der Aussenwelt aufgibt, welche ihn als Choleriker charakterisirte. Mit diesem Bewusstsein des unerreichbar Idealen verbindet sich ein Unlustgefühl, wie es dem Melancholiker eigen ist. Ebenso wird der Phlegmatiker bei gleichbleibender Organisation, aber anderer Geistesrichtung, leichter ein Melancholiker, als ein Sanguiniker. Der Sanguiniker wird bei veränderter Richtung des Geistes leichter ein Choleriker, der Melancholiker leichter ein Phlegmatiker.

Abgesehen von dieser Disharmonie zwischen Geist und Körper, findet bei jedem Individuum, je nach dem Alter, eine

mehr oder weniger bedeutende Umstimmung des Temperamentes statt, indem sowohl Körper als Geist dem Alter gemäss in ihren Eigenthümlichkeiten umgestimmt werden. In der Kindheit ist stets Hinneigung zum sanguinischen, im kräftigen Alter zum cholerischen Temperament; das Greisenalter neigt zum phlegmatischen und melancholischen Temperament.

Vierter Abschnitt.

Von den physikalischen Eigenschaften der organischen Körper.

Wie die organische Materie zum Theil aus denselben chemischen Verbindungen oder doch aus denselben Elementen besteht, wie die unorganisirte Materie, so nimmt auch die organische Materie an den allgemeinen Eigenschaften der Materie überhaupt Theil. Kohäsion, Porosität, Elastizität, Hydrostatik, Hydraulik kommen daher auch hier in Betracht; es sind aber diese Kapitel noch wenig bearbeitet, weil sich der Untersuchung, in wie weit die organischen Kräfte die allgemeinen Erscheinungen hier modifiziren, bedeutende Schwierigkeiten entgegenstellen. Ein höheres Interesse gewähren die Erscheinungen der Wärme, des Lichtes und der Elektrizität, weil wir in den Organismen eine neue Quelle für das Hervorbringen von Wärme, Licht und Elektrizität kennen lernen.

Organische Wärmeerzeugung.

Die thierischen Organismen haben mindestens die Temperatur des Mediums, in welchem sie leben; aber sie erzeugen noch selbständige Wärme. Denn selbst den kaltblütigen Wirbelthieren kann man eine eigne Temperatur nicht absprechen. Von den Amphibien haben Tiedemann und vor ihm Andere dargethan, dass der Wärmestand dieser Thiere im Allgemeinen mit der äussern Temperatur bis zu einem gewissen Punkte sinkt, dabei aber doch immer um einen oder mehre Grade höher steht; ebenso steigt die Temperatur der Amphibien mit

der äussern Temperatur und steht auch immer um etwas höher, so lange nicht ein bestimmter Punkt überschritten ist, über den hinaus die eigene Temperatur der Thiere gegen die äussere Temperatur sogar zurücksteht. Bei der Beobachtung dieser Thatsachen ist aber Vorsicht nöthig, um Täuschungen zu vermeiden; denn bringt man, wie Berthold (*Versuche über die Temperatur der kaltblütigen Thiere*) gezeigt hat, Amphibien in eine andere Temperatur, so ist oft eine geraume Zeit erforderlich, bis diese ihre Temperatur mit der äussern ins Gleichgewicht gesetzt haben. Wählt man Luft zum Medium, in welchem z. B. ein Frosch beobachtet werden soll, so wird man die Temperatur desselben sogar etwas niedriger finden, als die der Luft, weil der Frosch durch die Verdunstung auf seiner feuchten Hautoberfläche an Wärme einbüsst. Ist der Frosch hingegen gut abgetrocknet, so zeigt er etwa bis 1 Grad Wärme mehr als die Luft und selbst als das Wasser, welches man in dieselbe Luft zur Beobachtung gestellt hat. Im Wasser zeigen die Frösche sehr genau die Temperatur des letztern. In der Begattungszeit, wo die Lebensenergie der Frösche nach dem Winterschlaf überhaupt am kräftigsten ist, zeigen sie $\frac{1}{4}{}^0$, selbst einen ganzen Grad R. mehr als das Wasser, worin sie sich befinden. Auch an den Fischen hat man immer einen geringen Temperaturunterschied gegen das Wasser zu Gunsten der Thiere gefunden. Broussonet fand beim Karpfen 1^0 mehr, Despretz $1,^01$. J. Davy beobachtete mehre Meerfische: beim Squalus fand er 25^0 C., während das Meer 23, ^{075} C. zeigte, auch die Thunfische zeigen eine etwa um einen Grad höhere Temperatur. Indessen sinkt die Temperatur der Fische wohl kaum bis auf 4 bis 5^0 R., wenigstens in den tieferen Gewässern, weil ja das Wasser bei dieser Temperatur seinen grössten Dichtigkeitsgrad erreicht und bei noch niederern Wärmegraden im Verhältniss spezifisch leichter wird. Erkalten aber die Fische bis zum Gefrierpunkte und darunter, so erlischt damit ihre Lebensfähigkeit. Franklin hat indess von mehren Fischen beobachtet, dass, wenn man sie auf Eis legt, sie fast augenblicklich erstarren, indess nach mehren Stunden oder Tagen wieder aufleben, wenn sie wieder in Wasser von höherer Temperatur kommen. Auch hat man öfters lebende Fische im Eise gefunden, aber dann war rings um sie noch eine geringe Menge ungefrornen Wassers.

Wie die Wärmeproduktion der Wirbellosen beschaffen sei, ist uns noch sehr unbekannt, da nur wenige und wegen der Schwierigkeit nicht eben genaue Beobachtungen vorliegen. Aus den Versuchen von Martine, Hausmann, Rengger und J. Davy scheint sich zu ergeben, dass die Temperatur dieser kaltblütigen Thiere abhängig sei von der Temperatur des umgebenden Mediums, indess doch immer etwas höher sei, z. B. bei Insekten selbst um einen Grad. Es muss auch hier beobachtet werden, dass vermöge der schlechten Wärmeleitung thierischer Substanz die Ausgleichung der Temperaturen nur langsam geschieht, woher es denn kommt, dass man auch zuweilen ein Minus in der Temperatur der Insekten gegen die der äussern Luft beobachtet hat. Wie man sich die beträchtlich höhere Temperatur der Bienenstöcke und der Ameisenhaufen erklären soll, erwartet noch die Lösung.

Ueber die Temperatur der warmblütigen Thiere liegen mehr und genauere Beobachtungen vor. Im Durchschnitt zeigen die Säugethiere 36 bis 41^0 C., die Vögel aber 38 bis 44^0 C. und kommen die beobachteten höchsten Temperaturen gerade bei den kleineren Singvögeln vor. Vermöge dieser bedeutenden Eigenwärme können auch die warmblütigen Thiere ziemlich bedeutenden Temperaturdifferenzen trotzen und sich in Folge dessen über grosse Quartiere nach der geographischen Breite verbreiten. Indess sind die warmblütigen Thiere doch nicht so ganz unabhängig von der äussern Temperatur, denn viele Thiere treten nicht aus einem gewissen Breitengürtel heraus, andere treten periodische Wanderungen an, mit dem Rhythmus der Temperatur der Jahreszeiten, wie solches von den Zugvögeln allgemein bekannt ist. Viele Thiere verlassen die Aequatorialzone nicht, andere vermögen fortwährend in den Polarländern zu leben und alle Lebenserscheinungen zu entwickeln, selbst eine Temperatur, bei welcher das Quecksilber gefriert und darunter zu ertragen, wie Parry beobachtet hat. Wieder andere Thiere vermögen die Extreme der Lufttemperatur nicht zu ertragen, entziehen sich denselben nicht durch Wanderungen und können dann während der Dauer dieser Extreme nicht alle Lebenserscheinungen entwickeln; sie verfallen dann in eine Art von Scheintod, nachdem sie sich in Schlupfwinkel verkrochen haben. Am meisten hat man diesen scheintodähnlichen Zustand während der Wintermonate

beobachtet und ihn dann Winterschlaf genannt. Aber auch während der heissen Sommermonate verkriechen sich in der Aequatorialzone manche Amphibien und gerathen in einen ganz ähnlichen Zustand, den Sommerschlaf, aus dem sie mit dem Eintritte der Regenzeit wieder erwachen, wie v. Humboldt auf seiner Reise mehrfach beobachtet. Von den warmblütigen Thieren kennt man nur ein einziges, das in Sommerschlaf verfällt; es ist dies der Tanrec, der Igel von Madagaskar.

In Winterschlaf verfallen von den wirbellosen Thieren ein grosser Theil der Insekten und der Mollusken, soweit solche in der gemässigten und kalten Zone leben. Von den übrigen niederen Thierklassen sind die Nachrichten über den Winterschlaf sehr unsicher. Unter den Wirbelthieren kennen wir den Winterschlaf bei den kaltblütigen Amphibien, z. B. den Fröschen und Tritonen, die sich vor dem Eintritte der kalten Jahreszeit, sobald es ihnen an Nahrung gebricht, verkriechen und dann erstarren und erst mit dem Eintritte des Frühjahres wieder erwachen und ihre Schlupfwinkel verlassen. Bei den Vögeln gibt es nur unsichere Nachrichten über Winterschlaf; mehre Säugethiere dagegen, die Murmelthiere, Siebenschläfer, Haselmäuse, Hamster, Igel, Dachse, Bäre, Fledermäuse verfallen in einen Winterschlaf, indem sie nur bei einer gemässigten äusseren Temperatur noch ihre Eigenwärme zu erhalten vermögen; schon wenige Grad über Null bringen sie zur Erstarrung, und manche erfrieren schon bei — 10 bis 12° C. Zwar haben diese Winterschläfer im wachen Zustande die allgemeine Temperatur der Säugethiere, indess will Berthold bei der Haselmaus nur 28° C. beobachtet haben. Die Winterschläfer ertragen noch eine Temperatur von + 10° C., die Haselmaus sogar 6°. Es ist dieser Winterschlaf unfehlbar zu einem grossen Theil von der äussern Temperatur abhängig, denn jene Thiere erwachen im strengsten Winter, wenn sie in eine Temperatur von + 10° kommen; aber er hängt auch mit der Periodizität des Jahreswechsels zusammen, woran ja auch die Pflanzen Theil nehmen. Manche Winterschläfer nämlich verfallen im Sommer keineswegs in Winterschlaf, wenn auch künstlich die Luft bis auf — 20° R. erkältet wird, wie Berthold beobachtete. Derselbe gibt auch an, dass die Ausgleichung der Temperatur der Thiere mit der äusseren Luft nach beiden Richtungen hin nur langsam erfolge.

Im Winterschlafe nun geschieht das Athmen langsamer und die Lungen werden weniger ausgedehnt; so athmet die Haselmaus 9 bis 10mal, das Murmelthier 7 bis 8mal, der Igel 4 bis 5mal in der Minute. Gänzlich erlischt aber das Athmen im tiefsten Erstarrungszustande, und man kann dann nach Spallanzani's Erfahrungen die Thiere ohne allen Schaden in irrespirable Gasarten bringen. So lange sie nicht vollständig erstarrt sind und noch athmen, verbrauchen sie natürlich auch Sauerstoff aus der Atmosphäre und geben dafür Kohlensäure aus. Verbrauch an Sauerstoff, Abnahme der Wärme und grössere Erstarrung gehen in diesen Thieren parallel, ebenso auch die Blutbewegung, wie dies von Saissy beobachtet ist. Mit dem Eintritt des Erstarrungszustandes bewegt sich das Blut langsamer in seinen Gefässen, bei völliger Erstarrung sind die Kapillaren der äusseren Theile fast leer, die grösseren Gefässe nur halb ausgedehnt und nur in den Hauptstämmen der Brust und des Bauches zeigt sich eine undulatorische Bewegung. Prunelle sah das Arterienblut der Fledermäuse im Winterschlafe weniger hellroth und das Herz nur 50 bis 55 Schläge in der Minute machen, während es sonst 200 macht. Die Empfindungen sinken ebenfalls, und Saissy sah sogar im tiefen Erstarrungsschlafe bei Igeln und Murmelthieren alle Reaktionen auf Empfindungsreize fehlen. Die Winterschläfer absorbiren einen Theil des subkutanen Fettes während des Winterschlafes und verbrauchen ihn, denn es hören die Ausscheidungen nicht absolut auf; fand doch Prunelle bei erstarrten Fledermäusen während 21 Tagen einen Gewichtsverlust von $^1/_{32}$ des Thieres.

Der Mensch hat mehr denn alle anderen Thiere die Eigenschaft, seine Eigenwärme zu behaupten. Seine Temperatur weicht unter den Tropen nicht von der ab, die er in der Nähe der Pole zeigt, daher seine Verbreitung über alle Zonen der Erde. An den geschützten Stellen des Körpers oder an den zunächst zugänglichen Theilen zeigt er durchschnittlich, nach v. Bärensprungs neuesten Untersuchungen, etwa 29,66^0 R., während sein Blut nach Magendie 31^0 R. zeigt. Die Temperatur des Menschen ist aber gewissen Schwankungen unterworfen, wie v. Bärensprungs detaillirte Untersuchungen zeigen. Die Eigenwärme des Menschen ist bei der Geburt am höchsten, sie sinkt sodann in den nächsten Stunden um etwa $^3/_4$^{0} R., erhebt sich aber darauf in den ersten Tagen bis etwa zu

30° R. und verharrt so bis zur Pubertät, von da ab sinkt sie aber mit zunehmendem Alter und erhebt sich in den Jahren der Dekrepidität von Neuem fast bis zur frühern Höhe. Alle Differenzen bewegen sich innerhalb 1°. Fast so bedeutend sind die Schwankungen, die sich innerhalb eines astronomischen Tages zeigen, z. B. Morgens vor dem Frühstück 29,°35, Vormittags 11 Uhr 29,°81, Nachmittags 2 Uhr 29,°47, Abends 7 Uhr 29,°95, von hier ab sinkt die Temperatur während der Nacht, bis sie gegen Morgen 29,°05 zeigt und nun wieder in demselben Gange steigt. Im Greisenalter ist die tägliche Schwankung geringer, als bei Kindern. Sonderbar ist die Abkühlung, die nach der Mittagmahlzeit eintritt, indem die durch die Verdauung entwickelte Wärme erst später eine Unterbrechung in der Abkühlung macht und die Temperatur noch etwas über das tägliche physiologische Maximum treibt. Das Abendbrot hat nicht gleichen Erfolg, die Abkühlung wird nicht gestört. Schlaf bei Tage hat nicht dieselbe Wirkung, wie der nächtliche, er stört z. B. das Steigen in den Vormittagsstunden nicht. Im Uebrigen geht diese tägliche Temperaturwelle parallel der Pulsfrequenz. In Krankheiten ändert sich die Temperatur bedeutender, z. B. bei der Blausucht hat man 21° in der Hand beobachtet; in der Cholera beobachtete man 21° und 20° R. in der Mundhöhle. Blutentziehungen vermindern, nach v. Bärensprung und Traube, die Eigenwärme. Körperbewegung, das Geburtsgeschäft erhöhen die Temperatur. Neugeborne Kinder und Thiere kühlen sich ohne Schutz sehr leicht und schnell ab, und je unentwickelter die Thiere zur Welt kommen, um so grösser ist ihre Fähigkeit zur Abkühlung, daher durch Wärmemangel leicht die Jungen zu Grunde gehen.

Gegen hohe Temperaturen können sich alle warmblütigen Thiere sehr entschieden schützen. Sie nehmen zwar in solcher um einige Grade zu, aber es ist doch vergleichsweise unbedeutend. Blagden hielt z. B. mehre Minuten in einer trocknen Luft von 79° R. aus, und andere Experimentatoren thaten dar, dass unter solchen Umständen die auf der Oberfläche stattfindende Verdunstung hinreichende Abkühlung gewähre. Feuchte warme Luft, die freilich auch die Wärme besser leitet, verhält sich etwas anders. Delaroche hat beobachtet, dass Thiere in mit Wasserdämpfen gesättigter Luft bis zu 4° R. wärmer wurden, als die Luft selbst.

Auf der Oberfläche des Körpers ist der Mensch, wegen der aus mannigfachen Ursachen eintretenden Abkühlung, immer um etwas kühler als in den inneren Theilen. Es war ja schon das Blut entschieden wärmer gefunden. Das Venenblut ist immer um fast 1^0 C. kühler als das Arterienblut derselben Gegend. Das Blut der linken Herzkammer und ihres Vorhofes ist im Vergleich zur rechten Herzhälfte um fast 1^0 C. wärmer. Aus diesen Beobachtungen entsprang die Ansicht, dass durch den Athmungsprozess in den Lungen überhaupt die thierische Wärme entstünde und von hier aus mittelst des strömenden Blutes allen Theilen zugeführt würde. Durch das Athmen sollte nun nach Lavoisiers Hypothese durch den Sauerstoff der Luft eine gewissermaassen langsame Verbrennung der Kohlenwasserstoffverbindungen des Blutes herbeigeführt werden und daraus die thierische Wärme entstehen. Wenn nun gleich J. Davy zeigte, dass die beiden Blutarten in Bezug auf Wärmekapazität kaum verschieden sind, ihr Unterschied ist etwa 10,11 : 10,00, und die Theorie von Lavoisier modifizirt werden muss, so muss dennoch das Athmen einen wichtigen Antheil an der Wärmebildung haben, wenn es auch nicht der alleinige Faktor ist und die Wärmeproduktion nicht in einem konstanten Verhältnisse mit dem Athmen steht. So ist z. B. nach Vierordt und Scharling die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure im Verhältniss zum Körpergewicht bei jugendlichen Individuen viel beträchtlicher, als bei älteren, und im Greisenalter ansehnlich vermindert, obgleich im letztern Stadium nach v. Bärensprung ja wieder eine Zunahme der Temperatur eintritt. Regnault und Reiset haben bei ihren gediegenen Untersuchungen über das Athmen auch keine Thatsachen gefunden, vermittelst welcher sie Lavoisiers Hypothese befestigen könnten; sie vermuthen vielmehr, dass die mannigfachen variablen chemischen Vorgänge beim Stoffwandel einen entschiedenern Einfluss auf die Wärme ausüben, und es ist dieses durch weitere Untersuchungen bestätigt worden. Wir werden die Vorgänge bei der Respiration später genauer erörtern, und darthun, wie die Aufnahme von Sauerstoff und die Abgabe von Kohlensäure und Wassergas auf die Wärmebildung einwirkt. Man kann aber ausser diesen Vorgängen aus konstatirten Thatsachen die allgemeine Behauptung aufstellen, dass alle vitalen Erscheinungen zur Wärmeproduktion beitragen. So

beobachtete v. Bärensprung, dass bebrütete Eier bei gleicher Ofenwärme eine höhere Temperatur, als durch Schütteln ertödtete Eier haben, und leisteten letztere auch nicht einen solchen Widerstand gegen die von Aussen eintretende Abkühlung. Die Differenz ist um so grösser, je weiter das Ei in der Entwicklung vorgeschritten ist. Auch der Fötus entwickelt selbständig Wärme, daher der Uterus und die ganze Beckenhöhle etwas wärmer ist, als die übrige Bauchhöhle (Bärensprung), während nach übereinstimmenden Beobachtungen bei nicht trächtigen Thieren das Gegentheil stattfindet. Fieberhafte Zustände, deren Faktoren uns noch unbekannt, können nach Becquerels und Breschets Untersuchungen die Temperatur um 3° C. vermehren, dagegen vermindern Störungen der Lebensenergie, z. B. Nervenzufälle, Reizentziehung durch kalte Luft, Fieberfrost u. s. w., die Temperatur auffallend. Gelähmte Glieder sind kälter als die gesunden, ihre Temperatur nimmt aber durch elektrische Reizung wieder zu. Schneidet man die Nerven eines Gliedes durch, so sinkt die Temperatur desselben. Die Durchschneidung des Nervus vagus hat entschieden denselben Erfolg; dass aber das Athmen einen bestimmten Antheil an der Wärmproduktion habe, geht aus den von Brodie angeregten Versuchen hervor. Geköpfte, durch Gift getödtete Thiere oder solche, denen man die Medulla oblongata zerstört hat, widerstehen der Abkühlung, wenn man künstlich ein gemässigtes Athmen unterhält. Es wird dabei immer noch Kohlensäure produzirt, und wenn auch die Temperatur sinkt, so geschieht dieses doch langsamer, als wenn das künstliche Athmen nicht unterhalten würde. Beschleunigt man das künstliche Athmen, so gibt dies noch eine Quelle der Abkühlung ab und dann erkalten die Thiere sehr schnell. Auch die Zusammenziehung der Muskeln entwickelt nach Becquerel und Breschet Wärme. Sie sahen nach Kontraktionen gesonderter Muskelparthien die Temperatur bis 1° C. steigen.

Lokale Wärmeveränderungen werden durch veränderte Lebenserscheinungen bedingt. Oertliche Entzündungen, Suppuration bedingen eine Temperaturerhöhung. Wie die Fieberhitze im Allgemeinen bis 3° C. über das Normale steigen kann, so erhebt sich auch hier die Temperatur um 3°. Die thätigen Organe sind gewöhnlich auch etwas wärmer als diejenigen, die sich im Zustande der Ruhe befinden. Vielleicht kann man

die tägliche Temperaturschwankung sich so erklären, dass am Tage eine Temperaturerhöhung eintreten muss, weil alle Lebenserscheinungen zur Entwicklung kommen, während in der nächtlichen Ruhe die Temperatur sinkt. Ist aber gegen Abend durch die Thätigkeit des Körpers dieselbe erschöpft, so sinkt sogleich die Temperatur und beginnt sogleich wieder zu steigen, wenn durch die nächtliche Ruhe die Kräfte wieder restituirt sind.

Organische Lichtentwicklung.

Das von der kosmischen Lichtstrahlung abweichende Leuchten organisirter Körper ist von Vielen beschrieben und oft seltsam gedeutet worden; aber erst die genaueren Beobachtungen von Spallanzani, Forster, Ehrenberg, Meyen und anderen verdienstvollen Naturforschern der neuern Zeit haben zu wissenschaftlichen Ergebnissen über diesen interessanten Gegenstand geleitet.

Fast alle Leuchtthiere sind Evertebraten; dem Kreise der Wirbelthiere gehören allein die Eier der Lacerta agilis an, die, besonders im frischen Zustande, grün leuchten.

Bei Lampyris und den Elateren sind die leuchtenden Theile gelbliche Massen, die von einer porenfreien Haut bedeckt sind. Lebende Lampyriden leuchten lebhaft im Wasser, das bis 40° erwärmt wird. Erhält man die Temperatur bei 35°, so leuchtet das Thier noch eine Zeit lang nach dem Tode. Todte, noch nicht trockene Lampyriden leuchten wieder, wenn sie in 44° warmes Wasser gebracht werden. Im Kreise der Voltaischen Säule leuchten sie, so lange die Verbindung nicht unterbrochen ist. Humboldt sah einen sterbenden Elater noctilucus stark leuchten, wenn er das Ganglion des vordern Schenkels mit Zink und Silber berührte. Im luftleeren Raume geschieht, selbst bei der Einwirkung der Voltaischen Säule, keine Lichtentwicklung. Die Lampyrisweibchen leuchten zur Begattungszeit und während der Begattung am stärksten.

Die bleichockergelbe Scolopendra electrica leuchtet am ganzen Körper.

Als marine Leuchtthiere sind isolirt beobachtet worden: Die Annulata: Nereis cirrigera und Polynoe fulgurans; die Akalephen: Oceania hemisphaerica, O. lenticula, O. micro-

scopica, O. pileata, Beroe fulgens, Cydippe pileus und besonders die nadelkopfgrosse Mammaria scintillans, und die Infusorien: Prorocentrum micans, Peridinium acuminatum, P. furca, P. fusus und P. tripos.

Oceania microscopica von $1/6'''$ Durchmesser bildet lebhaft hüpfende Lichtpunkte. Ihr Licht ist heller, weisser und stechender, als die gelben Funken der Infusorien. Bei Cydippe pileus geht das Licht von der Mitte aus, wo die beiden Eierstöcke liegen. Die gallertartige Kugel, welche das Thier bildet, wird theils, wie Ehrenberg beobachtete, in der Richtung der Rippen radienartig, theils wie eine Lampenglocke von mattem Glase erleuchtet. Nereis cirrigera, 1 bis 3''' lang, zahlreich auf Seetangen, trägt an jedem Fusse 2 Cirren, von denen aus sich das Licht über den ganzen Körper verbreitet, der dann einem brennenden Schwefelfaden mit grünlichgelbem Lichte gleicht. Dabei ergiesst sich ein Schleim, welcher an berührenden Gegenständen haftet und einen Moment fortleuchtet. Bei den Medusen erscheinen die Lichtpunkte zwischen je 2 Fühlfäden des Randes, besonders unter 8 braunen ganglienartigen Körperchen.

Die Leuchtthierchen leuchten willkürlich von selbst oder auf Erregung durch Betupfen mit Säuren, mit Alkohol, oder auch durch plötzliche Erschütterung. Die letzte dieser leichterregenden Ursachen erklärt den oft beobachteten Lichtfaden hinter dem Kiel segelnder Seeschiffe und die stärkere Lichtentwicklung auf schäumenden Wogen.

Der leuchtende Meerschleim besteht, nach Ehrenbergs Untersuchungen an der Nordsee, aus Fragmenten lichtverbreitender Quallen. Der Lebensakt selbst ist also hiernach nicht unmittelbare Ursache des thierischen Leuchtens, obwol andere Beobachtungen auf einen Zusammenhang der Lichtentwicklung mit der Nerventhätigkeit und mit den Fortpflanzungsorganen hinweisen.

Unter den lichtentwickelnden Pflanzen zeichnet sich Rhizomorpha subterranea aus; sie leuchtet am meisten mit den weisslichen Triebspitzen, und zwar lebhafter, wenn sie an nassen, warmen Orten der Bergwerke wächst, als an trockenen, kalten. In verschlossenen Gefässen zehrt sie Sauerstoff auf und entwickelt Kohlensäure.

Das Leuchten faulender Thierstoffe, wie des Fischfleisches,

des Rogens und der Milch derselben, mag von entzündlichem Phosphor herrühren, den alle diese Theile enthalten. In Hinsicht auf diese Annahme hat man auch diese Lichterscheinung Phosphorescenz genannt. Die gewöhnlich mit etwas Wärme verbundene Lichtentwicklung fauler Pflanzen kann nicht durch Phosphor verursacht werden, da das Holz keinen enthält, sondern sie ist eher die Folge einer Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie Gmelin annimmt, wenn nicht etwa andere Ursachen konkurriren.

Was man von leuchtenden Augen höherer Thiere erzählt, beruht entweder auf subjektiven Lichtempfindungen oder auf der Wahrnehmung reflektirter Lichtstrahlen. Nach Gruithuisen leuchten selbst die Augen todter Katzen bei einer solchen Stellung, wo das zurückgeworfene Licht in unsere Augen fällt. In einem gänzlich dunkeln Raume leuchten Augen niemals, wol aber bemerkt man einen von ihnen ausgehenden Lichtschein, sobald ein solcher Raum etwas erhellt wird. Namentlich zeichnen sich darin die Augen der Thiere aus, die auf der Netzhaut des Auges ein sogenanntes Tapetum ausgebreitet haben. Es liegen auch einige Beobachtungen vor, dass frischer, soeben gelassener Urin phosphorescirt habe, ohne dass dieser Erscheinung weiter nachgeforscht wurde.

Anziehend sind die Bemerkungen von Walser über das Selbstleuchten und das Phosphoresciren organischer Körper (*Archiv für phys. Heilk.*, 10. *Jahrg.*, 3. *Heft*). Er nimmt nämlich das von Moser entdeckte latente Licht auf; ein Zustand der Körper, der immer aber erst eintritt, nachdem der Körper längere oder kürzere Zeit dem Lichte ausgesetzt gewesen. Er hält es nun für möglich, dass das Licht der selbstleuchtenden Thiere ebenfalls früher gebundenes Licht sei, aber durch Akte der Willkür erst wieder zur Erscheinung gelange. Mag nun dies Licht Erzeugniss organischer Kraft oder vom Organismus nur auf längere Zeit zurückgehalten sein, so werden wir vor der Entscheidung dieser Frage erst noch genauere Eigenschaften dieses organischen Leuchtens zu erfahren haben, leider fehlt es aber an Angaben über die katoptrischen und dioptrischen Verhältnisse des von leuchtenden Thieren ausgestrahlten Lichtes.

Organische Elektrizität.

Aus der Physik ist bekannt, dass zur Erzeugung von Reibungselektrizität allerlei Stoffe aus der organischen Welt, wie Kolophonium, Schellack, vortheilhaft verwandt werden. Die dem Thierreiche entsprossene Wolle und Seide ist ganz besonders kräftig. Um so weniger Erstaunen kann es also erregen, wenn belebte organische Wesen unter bestimmten Umständen Elektrizität entwickeln, zumal wenn man bedenkt, dass einmal zur Produktion galvanischer Elektrizität nur ungleichartige Körper aneinander gereiht zu werden brauchen, wie in der Zamboni'schen Säule, und andererseits die stärksten elektrischen Erscheinungen durch ein Metall und Kohle, wie in der Bunsenschen Batterie, hervorgerufen werden. Humboldt sagt: „In allen organischen Theilen stehen ungleichartige Stoffe mit einander in Berührung. In Allen ist das Starre mit dem Flüssigen gepaart. Wo also Organismus und Leben ist, da tritt elektrische Spannung oder das Spiel der Voltaischen Säule ein.“ Hat man doch vermocht galvanische Erscheinungen durch Säulen hervorzurufen, die aus abwechselnden Lagen von Muskelfleisch und Nerven aufgebaut waren. Nach v. Humboldts Entdeckung entstehen im Froschschenkel Zuckungen, wenn Nerv und Muskel zugleich mit einem frischen Stück Muskelfleisch berührt werden; es ist aber nöthig, dass die Frösche noch recht reizbar seien, wie in den ersten Tagen nach ihrem Erwachen aus dem Winterschlafe.

Nun gibt es einige Thiere (so viel bis jetzt bekannt, nur in der Klasse der Fische), welche willkürlich Elektrizität entladen können. Es sind dies der Zitteraal, Gymnotus electricus, der Zitterwels, Malapterruus electricus, und einige Rochen, wie Torpedo, Narcine, Astrape und Temera. Zweifelhaft sind Tetrodon electricus und Trichiurus electricus. Diese elektrischen Thiere besitzen eigenthümliche Organe, an deren Existenz die Produktion der Elektrizität gebunden ist und welche unwillkürlich an die Voltaische Säule erinnern. Diese Organe liegen beim Gymnotus längs des Körpers, vom Kopf bis zum Schwanz, und sind jederseits doppelt; zwischen dem oberflächlichen und dem tiefern Organe liegt eine Scheidewand und nach der Seite hin selbst eine Muskellage. Jedes Organ besteht aus einer Menge in der Länge des Körpers ausge-

spannter Häute, deren Zwischenräume durch senkrechte Scheidewände in kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Räume getheilt sind. Ihre Nerven erhalten diese Organe von den Interkostalnerven, welche an die innere Seite des Organes herangehen und sich nur mit feineren Aesten in die einzelnen Lagen verzweigen. Beim Zitterwels erhalten die ähnlich eingerichteten Organe ihre Nerven nur theilweise von den Interkostalnerven, denn diese versorgen nur die tieferen Organe, während die beiden oberflächlichen ihre Nerven vom N. vagus bekommen. Beim Zitterrochen sind die Organe nur jederseits einfach und bestehen aus nebeneinander liegenden fünf- oder sechsseitigen Prismen. Sie liegen zur Seite des Kopfes und der Kiemen und bilden hier das ganze Volum des Fisches. Die Prismen sind wieder durch dünne Membranen in eine Menge Kämmerchen getheilt, die mit einer gallertartigen Flüssigkeit angefüllt sind. Hier werden diese Organe mit Nebenzweigen vom N. vagus versorgt, auch geht ausserdem an den vordern Theil derselben ein Ast des N. trigeminus. Obgleich diese Organe sich niemals über den Körper ausbreiten und namentlich nicht in den Schwanz reichen, haben nach Robins Beobachtungen die übrigen Rochen gewissermaassen rudimentäre elektrische Organe, indem bei ihnen zu beiden Seiten des Schwanzes, gleich unter der Haut, ein aus ähnlichen polygonalen Zellen aufgebautes Organ liegt, von dem man bisher keine elektrischen Wirkungen kennt.

Wie der Strom elektrischer Batterien, rufen diese Fische durch ihre Schläge in organischen Wesen heftige Erschütterungen hervor. Humboldt schildert den Fang der Gymnoten in Südamerika mit folgenden Worten: „Man jagt Maulthiere und Pferde in einen Sumpf, den die Indianer eng umzingeln, bis der ungewöhnte Lärm die muthigen Fische zum Angriff reizt. Schlangenartig sieht man sie auf dem Wasser schwimmen und sich, verschlagen, unter den Bauch der Pferde drängen. Von diesen erliegen viele unter der Stärke unsichtbarer Schläge. Mit gesträubter Mähne, schnaubend, wilde Angst im funkelnden Auge, fliehen andere das tobende Ungewitter. Aber die Indianer, mit langen Bambusstäben bewaffnet, treiben sie in die Mitte der Lache zurück. Allmälig lässt die Wuth des ungleichen Kampfes nach. Wie entladene Wolken zerstreuen sich die ermüdeten Gymnoten. Sie be-

dürfen einer langen Ruhe und einer reichlichen Nahrung, um zu sammeln, was sie an galvanischer Kraft verschwendet haben. Schwächer und schwächer erschüttern nun allmälig ihre Schläge. Vom Geräusch der stampfenden Pferde erschreckt, nahen sie sich furchtsam dem Ufer, wo sie mit Harpunen verwundet und mit dürrem, nicht leitendem Holze auf die Steppe gezogen werden." Aber auch anderweitig haben die von diesen Fischen ausgehenden Entladungen übereinstimmende Eigenschaften mit dem elektrischen Strome; die elektrischen Isolatoren halten die elektrische Kraft jener Organe auf, während die Konduktoren sie leiten. Walsh, Fahlenberg, Guisan, Faraday haben durch Unterbrechung des Stromes beim Gymnotus, Linari und Matteuci beim Zitterrochen einen Funken erzeugt. J. Davy vermochte mit dem Strom des Zitterrochen Wasser zu zersetzen, auch sah er die Ablenkung der Magnetnadel des Galvanometers. Letzteres bestätigte Faraday vom Zitteraal, auch vermochte er durch dessen Strom Jodkalium zu zersetzen.

Immer ist die Entladung dieser Fische von der Willkür derselben abhängig, denn nicht bei jeder Berührung erhält man einen Schlag, daher, um solchen zu erzielen, man oft die Thiere erst reizen muss. Durchschneidet man die Nerven der Organe, so kann der Fisch nicht mehr Schläge ertheilen. Reizt man das Stück des durchschnittenen Nerven, das noch mit dem Organ im Zusammenhange steht, so erhält man noch einige Schläge, bis in diesem Nerven die Lebensenergie erloschen ist. Matteuci brachte an die isolirten Nerven, welche in das Organ eindringen, die Pole einer galvanischen Säule, und erhielt jedesmal eine Entladung; brachte er hingegen die Pole auf das Organ selbst, so erfolgte sie nicht, woraus hervorgeht, dass die Nerven unbedingt zu einer Entladung nothwendig sind. In letzter Instanz hängt die Innervation der Organe beim Zitterrochen von dem letzten Gehirnlappen, dem Lobus medullae oblongatae, ab; jedesmalige Reizung dieses Lappens ruft Entladung der elektrischen Organe hervor. Wird das ganze Gehirn oder doch dieser letzte Lappen zerstört, so hört alle Entladung auf. Matteuci glaubt aus seinen Versuchen schliessen zu müssen, dass die Elektrizität des Zitterrochen nicht in den elektrischen Organen erzeugt wird, vielmehr dieselbe vom Gehirn ausgeht, nach dem Organe strömt

und hier wie in einer Leidner Flasche verstärkt wird. Denn er fand, wenn er den positiven Pol einer galvanischen Säule mit dem Gehirn verband, den negativen hingegen mit den elektrischen Organen, jedesmal eine Entladung; hingegen erfolgte im umgekehrten Falle keine, sondern nur eine Muskelzuckung. Indess ist zu bedenken, dass nach Exstirpation des elektrischen Organes an dem noch sonst lebensfähigen Thiere alle elektrischen Erscheinungen aufhören; auch lassen sich vom Gehirn ausgehende und nach jenen Organen gerichtete elektrische Ströme nicht direkt nachweisen. Applizirt man die galvanische Säule an das ausgeschnittene, aber noch mit seinen abgeschnittenen Nerven versehene Organ, so ist es ganz gleichgiltig, ob man Nerv oder Organ mit dem positiven Pole verbindet, man erhält in jedem Falle eine Entladung.

Auch im Zustande der Ruhe lassen sich an diesen Thieren elektrische Kräfte nachweisen. J. Davy beobachtete zuerst einen Unterschied der elektrischen Zustände auf der Oberfläche des Zitterrochen. Aus den Bestätigungen durch Linari und Matteuci ergibt sich, dass die ganze Rückenfläche oberhalb der Organe positiv ist gegen die Ventralseite. Auf der Rückenfläche sind hinwieder alle diejenigen Punkte, wo die Nerven in das Organ eintreten, positiv gegen die übrigen. Die Punkte auf der Bauchseite, welche den positiven auf der Rückenseite correspondiren, verhalten sich negativ zu den übrigen Punkten der Bauchseite. Es geht mithin der Strom von dem Rücken nach dem Bauche. Beim Zitteraale ist nach Faraday ein anderes Verhältniss; hier ist die Elektrizität ebenso arrangirt, wie der Magnetismus in der Magnetnadel, ein je vorderes Stück ist positiv gegen ein hinteres; daher die grösste Intensität der Entladung, wenn man Kopf und Schwanz berührt, je näher die Berührungsstellen, um so schwächer die Entladung.

Wenn nun, gegen die Annahme von Matteuci, die eigenthümlichen Apparate dieser Fische alle Elektrizität der Entladungen entwickeln, so werden sie doch erst durch den Nerveneinfluss, der nicht elektrischer Natur zu sein braucht, auf die Materie in den Apparaten, in den Zustand der Ladung gesetzt. Vielleicht muss man das, was man Willkür bei den Entladungen nennt, dann durch das Geladen- oder Nichtge-

ladensein der Apparate erklären. Bisher haben diese Fragen nicht zum Abschlusse gebracht werden können. Matteuci vergleicht die Apparate nicht unpassend mit sekundären Säulen, die von den Nerven aus geladen werden; dazu bedarf er aber der unerwiesenen Annahme, dass in den Nerven, und nur in diesen, elektrische Ströme fliessen.

Auch muss es uns räthselhaft erscheinen, dass jene elektrischen Fische bei den Entladungen selbst nicht erschüttert werden. Humboldt sah, dass ein Gymnotus, der den Schlag eines andern leitete, durchaus keine Erschütterung oder Muskelkontraktion zeigte. Dennoch zeigen sie Empfindungen auf den galvanischen Reiz in Wunden.

Die übrigen Thiere, die nun solcher Organe baar sind und nicht willkürliche Entladungen produziren können, sind dennoch nicht den elektrischen Erscheinungen fremd, vermöge des ungleichartigen Aufbaues des Organismus. So ist jedes Gewebe, freilich in sehr verschiedenem Grade, mit elektrischen Strömen versehen. Es wird daher der ganze Körper vom elektrischen Agens durchströmt. Am stärksten treten die Erscheinungen in den Nerven und Muskeln auf.

Es ist schon früher bemerkt worden, dass man Zuckungen in einem Muskel erhält, wenn man seinen frei präparirten, aber mit diesem Muskel im natürlichen Zusammenhange stehenden Nerven gleichzeitig mit dem Muskel vermittelst eines anderen Stückes Muskelfleisch berührt. Es ist also zur Produktion dieser galvanischen Erscheinung durchaus gar kein Metall nöthig. Natürlich entstehen Zuckungen, wenn man mit dem Muskel und Nerv die galvanische Kette schliesst, wenn man z. B. bei Anwendung eines einzigen Plattenpaares den Nerv mit der Zinkplatte, den Muskel mit der Kupferplatte berührt und beide Platten an dem andern Ende in leitende Berührung bringt, so entsteht im Augenblicke der Berührung eine Zuckung. Man kann aber auch Muskel und Nerv als Kette betrachten und diese durch einen Metalldraht schliessen; im Augenblicke der Schliessung entsteht Zuckung. Im Frühjahr vor der Begattungszeit sind die Frösche namentlich sehr empfindlich für die galvanische Thätigkeit. Durchschneidet man dann den Frosch gleich über dem Becken, nimmt von dem einen Hinterbeine alle Verbindung fort, bis auf den Nerven, so erhält man

eine Zuckung, wenn man die Muskeln des Unterschenkels zurückbiegt und damit den Nerven berührt. J. Müller vermochte dies Experiment noch zu vereinfachen. Er trennte einen Unterschenkel ab und liess den Schenkelnerven auf eine Strecke daran, nun legte er den freien Nerven vorsichtig über ein isolirtes Stäbchen und berührte mit dem herabhängenden Ende des Nerven den Unterschenkel; im Momente der Berührung trat Zuckung ein; oft erfolgte eine solche auch, wenn der Nerv von dem Unterschenkel wieder entfernt wurde, also immer im Momente des Schliessens und Oeffnens der Kette. Volta, der zuerst die galvanischen Erscheinungen genauerer Forschung unterwarf, folgerte aus den Experimenten, die ohne allen Metallreiz angestellt wurden, dass der Strom einzig und allein durch die Ungleichartigkeit der Substanz der Organe erzeugt werde und dass sich an dessen Produktion die Lebensthätigkeit durchaus nicht betheilige, dagegen Galvani und die neuern Physiologen nicht die Zuckung allein als Lebenserscheinung ansehen, sondern die dabei entwickelte Elektrizität ebenfalls als Thätigkeit eines Organismus betrachten. Beide sich gegenüberstehende Ansichten bedürfen indess der Beweise, die jedoch mit dem Galvanometer nicht zu leisten sind, wiewol solches Manche geglaubt haben, weil das Einführen der Leitungsdrähte in die Kette von Muskel und Nerv selbst schon zur Erzeugung von Elektrizität ausreicht, wie E. Weber gezeigt hat, der da fand, dass schon die Berührung des todten (aber auch des lebenden) thierischen Körpers mit Kupfer und Kupfer zu einer Kette vereinigt im Galvanometer einen Strom erzeugt. Nichtsdestoweniger haben die Physiologen der Jetztzeit die Ansicht von Galvani angenommen, und sprechen nicht nur von Strömen der einzelnen Organe, sondern auch des ganzen Organismus. Nach den Untersuchungen von Dubois-Reymond, der zur Vermeidung des eben berührten Einwurfes die zu untersuchenden organischen Theile auf Papierbäusche legte, die mit den Leitungsdrähten des Galvanometer verbunden sind, nachdem er zuvor sich vergewissert, dass hierdurch keine neuen Quellen elektrischer Ströme gegeben sind, geht in den Fröschen der elektrische Strom von den Muskeln zu den Nerven (Nobili und Matteuci behaupteten das Umgekehrte), von den Füssen zu dem Kopfe des Thieres. Er ist beständig vorhanden. Am

stärksten ist der Strom in den Muskeln und Nerven. Der Muskelstrom ist etwas dem Muskelgewebe an sich Eigenthümliches; er wird in jedem Primitivbündel selbst erzeugt und ist ganz unabhängig von einer etwaigen Verbindung mit dem eintretenden Nerven. In jedem einzelnen herausgeschnittenen Muskel lässt sich nachweisen, dass der Strom immer, wie im ganzen Körper, gegen den Kopf gerichtet ist, daher kann man verschiedene Muskel, in Uebereinstimmung der Richtung der Ströme aneinander gereiht, zu einer Kette vereinigen. Das Sehnengewebe der Muskeln verhält sich als ein leitender Ueberzug über ein darunter gelegenes, der Substanz des Muskels selbst angehöriges ungleichartiges Element, daher kann man die anheftende Sehne, an welche sich die Primitivbündel des Muskels inseriren, als den Ueberzug über den natürlichen Querschnitt des Muskels ansehen. Dubois betrachtet nun den Muskelbauch als den natürlichen Längsschnitt des Muskels, und findet bei seinen Untersuchungen, dass diese beiden Flächenbegrenzungen des Muskels sich unter einander ungleichartig verhalten, der Längsdurchschnitt nämlich positiv und der Querschnitt negativ. Es erstreckt sich diese Ungleichartigkeit zwischen Aussenfläche und Mitte bis auf die einzelnen Primitivfasern. Es verhalten sich auch am künstlichen Querschnitte die vom Mittelpunkte entfernten Punkte positiv gegen diesen. Ein Muskel von grösserm Querschnitt entwickelt einen stärkern Strom, als einer von geringerer Dicke. Dehnung und Streckung des Muskels, ebenso Druck, Quetschung u. s. w. ist mit Abnahme der Stärke seines Stromes verbunden. In der Todtenstarre verschwindet der Strom und er kehrt nicht wieder, wodurch denn nun die Volta'sche Ansicht als beseitigt zu erachten ist.

Dubois vermochte auch durch seine Untersuchungen die lange vergeblich in den Nerven gesuchten Ströme darzuthun. In dem ausgeschnittenen Nerven lässt sich ein dem Muskelstrom gleichartiger Strom nachweisen. Er läuft ebenfalls von der Oberfläche zum Querschnitt. Ob das zentrale oder peripherische Ende als Querschnitt benutzt wird, ist ganz gleichgültig. Dieses Gesetz gilt für alle Arten einfacher und gemischter Nervenstämme. Ein Querschnitt des Gehirns oder des Rückenmarks verhält sich negativ gegen einen be-

liebigen Punkt eines Längsschnittes oder der Aussenfläche dieser Organe. Dasselbe ist mit den Ganglien der Fall. Das Neurilem isolirt nicht. Im thätigen, lebenden Nerven also, wenn er Bewegung, Empfindung u. s. w. hervorruft, wird die Stromstärke geändert. Erregt man den Nerven durch den galvanischen Strom, so tritt Verstärkung des Nervenstromes ein, wenn der induzirte Strom gleiche Richtung mit dem Nervenstrome hat, im umgekehrten Falle wird er geschwächt. Man braucht die Erregung nur auf ein Bruchtheil des Nerven zu appliziren und man beobachtet die eben angegebenen Erscheinungen in der ganzen Länge des Nerven, und es dauert die Stromveränderung während der ganzen Dauer des induzirten Stromes fort, ohne dass zwischen Anfang und Ende der Einführung ein Zustand der Ruhe einträte, wie man solches ja bei der Muskelzuckung sieht, wo Kontraktion nur beim Schliessen und Oeffnen der Kette eintritt. Einen Unterschied der Empfindungs- und Bewegungsnerven in Bezug auf die Richtung des Stromes konnte Dubois nicht nachweisen, wohl aber, dass der Wille eine Schwankung des Stromes im bisher ruhenden Nerven herbeiführt, was sich durch die Ablenkung der Magnetnadel des Galvanometers zu erkennen gibt.

Die Nerven leiten nach E. Weber die Elektrizität, wie die übrigen thierischen Substanzen, ziemlich schlecht, nämlich nur 10 bis 20mal besser, als gleich warmes, destillirtes Wasser.

Nicht allein die elektrischen Ströme der Nerven, Muskeln u. s. w., sondern auch die mannigfaltigen chemischen Vorgänge im Organismus, vielleicht auch die Thätigkeiten der Organe selbst, influiren auf den elektrischen Zustand des Körpers, der sich an der Oberfläche des Organismus kund gibt. Diese Oberfläche ist nach Pfaffs Beobachtungen gewöhnlich positiv, wenn auch von geringer Intensität. Letztere sinkt in rheumatischen Krankheiten auf 0, erhebt sich jedoch wieder, sobald die Krankheit verschwindet. Sehr reizbare Individuen entwickeln mehr Elektrizität als phlegmatische. Der elektrische Zustand des Menschen ist einer täglichen Schwankung unterworfen; des Abends ist die Menge

der Elektrizität am grössten. Weiber sind öfter negativ, als die Männer; Gardini beobachtete während der Menstruation und während der Schwangerschaft negative Elektrizität. Kälte vermindert die Elektrizität, mit dem Erwärmen des Körpers kommt sie wieder zum Vorschein. Geistige Getränke sollen die Elektrizität vermehren.

Fünfter Abschnitt.

Von den vegetativen Funktionen.

Der organische Körper ist ein Individuum, d. h. ein untheilbares Ganzes. Ein blosser Theil des organisch Ganzen ist nicht im Stande fortzuleben und die Erscheinungen des Ganzen zu entwickeln, während in der unorganischen Welt ein Theil des Ganzen alle Eigenschaften des Ganzen hat und dieselben Erscheinungen hervorrufen kann wie das Ganze. Die organischen Körper sind indess nicht absolut untheilbar. Man erinnere sich der Fortpflanzung durch Theilung, man bedenke, dass der Keim oder das Ei ebenfalls ein Theil des Ganzen; indess für diese Arten der Theilung ist es nothwendig, dass der abgetrennte Theil noch die qualitativ verschiedenen Glieder des Ganzen in einer gewissen Ausdehnung erhalten oder doch in Gestalt unverletzter Urzellen die Fähigkeit in sich tragen muss, durch eigene Kraft den Aufbau des ganzen Organismus zu vollenden. Wenn Mohs und mit ihm einige Mineralogen die Krystalle als Individuen betrachten, weil diese nur nach gewissen Richtungen theilbar und die erhaltenen Theile meist sehr von der Form des ursprünglichen Krystalls abweichen, so ist zu bedenken, dass diese Krystalle durchweg aus ein und derselben chemischen Substanz bestehen und die Erscheinung des Krystalls eben nur eine Eigenschaft dieser chemischen Substanz ist. Zerstört man einen solchen Krystall und zerkleinert ihn zum feinsten Pulver, so kann dennoch ein ganz gleicher Krystall daraus erzielt werden, wenn man die Bedingungen erfüllt, welche für die Krystallisation nothwendig

sind. Diese Bedingungen kennt man für die meisten Materialien, und man kann viele Krystalle der Natur künstlich nachmachen. Die organischen Körper hingegen bestehen aus verschiedenen Geweben, die aus verschiedenen eigenthümlichen Formelementen bestehen, aber auch chemisch aus den verschiedentlichsten Substanzen zusammengesetzt sind.

Die Organismen, wenn sie auch aus ungleichen Organen zusammengesetzt sind, bedingen aus inneren Gründen die Existenz der einzelnen Organe, und deren Leben fügt sich harmonisch zum Ganzen zusammen. Eine Störung dieser Harmonie ist ohne Störung des Ganzen nicht denkbar, und die Thätigkeit vieler Organe, namentlich bei den höheren Thieren, ist so folgereich für die Thätigkeit anderer Organe, dass eine Störung ersterer auch die abhängigen stört. Indess ist die Abhängigkeit nicht nur eine harmonisch geordnete in der einen Richtung, sie ist es auch in der umgekehrten. Wenn durch das Athmen, durch die Herzthätigkeit die Thätigkeit des Nervensystems fortwährend angeregt und erhalten wird, so sind auch Athmen und Herzschlag wieder vom Nervensystem abhängig und erhalten von diesem in jedem Zeitmomente neue Befähigung der Thätigkeit.

Mit derselben Ordnung und Regelung, mit welcher die Harmonie des Ganzen aufrecht erhalten wird, wird auch harmonisch das Ganze durch dieselben Kräfte aufgebaut und von Grund aus produzirt. Die Entwicklungsgeschichte entwirft uns eben solches Bild der Ordnung, der Zweckmässigkeit, wie irgend ein anderer Theil der Physiologie. Diese Erscheinungen insgesammt gehören in die Lebenserscheinungen, von denen sich in der anorganischen Welt keine Andeutung findet. Wir sind aber noch nicht im Stande gewesen, die Ursache dieser Erscheinungen in einzelne Faktoren zu zerlegen. Kaum kennen wir die Bedingungen aller Lebenserscheinungen; besondere Kräfte, wie Licht, Wärme, Elektrizität u. s. w., welche die Erscheinungen der unorganischen Welt hervorrufen, können wir noch gar nicht aufstellen. Die Summe dieser Unbekannten ist die Lebenskraft, über welche so mannigfache Phantasien ausgebaut sind.

Die Entfaltung der organischen Erscheinungen ist in einem sehr hohen Grade von der Aussenwelt abhängig. Die lebenden Körper stehen im steten Verkehr mit der Aussenwelt.

Die Atmosphäre ist für die Organismen ein Hauptbedürfniss, deren Wärme- und Beleuchtungszustand ist von der entschiedensten Einwirkung auf die Lebenserscheinung. So sind die Lebenserscheinungen z. B. nur innerhalb gewisser Grenzen der Temperatur möglich; werden diese Grenzen überschritten, so wird alle Möglichkeit organischer Thätigkeit zerstört. Aber abgesehen davon ist die organische Welt noch in anderer Weise von der unorganischen abhängig. Die Organismen nehmen Material der Aussenwelt in sich auf und gewinnen dadurch neue Befähigung, ihre Erscheinungen zu entwickeln; unterbleibt diese Aufnahme, so erlöscht damit das Leben. Das von der Aussenwelt Aufgenommene bleibt nun entweder im Organismus in derselben Gestalt und chemischen Komplexion, wie es aufgenommen worden, oder aber es erleidet eine vollständige Umarbeitung und wird zu Etwas ganz Anderem.

Gerade für diese letztere Beziehung stellt sich eine fundamentale Verschiedenheit innerhalb der organisirten Wesen heraus. Denn während die Einen, die Pflanzen, fest am Boden haften und nur das aufnehmen können, was in nächster Nähe ihre Wurzeln umgibt, ist es noch nöthig, dass eben dieses Material in löslicher Form existire, während die Thiere sich frei bewegen können, um sich die Nahrung zu suchen, und diese besteht meist aus Körpern, die erst durch die Thätigkeit des Organismus aufgelöst werden müssen. Die Pflanzen vergehen, sobald an der Stelle, wo sie sich befinden, keine löslichen Stoffe mehr vorhanden sind. Die Thiere suchen vermöge ihrer willkürlichen Bewegung das, was sie brauchen, und treffen mithin eine Auswahl in dem, was ihnen geboten wird. Bewegung und Empfindung sind nur den Thieren durchaus eigenthümliche Eigenschaften, daher wir die Nerven- und Gehirnthätigkeiten unter den animalen Funktionen näher betrachten werden. Ernähren, Wachsen, Absondern sind aber Thätigkeiten, welche sowohl den Pflanzen als den Thieren zukommen, daher man diese Erscheinungen unter dem gemeinsamen Titel der vegetativen Funktionen zusammenfasst. Unter diese Funktionen fallen aber nicht nur alle jene Thätigkeiten, welche, behufs der Selbsterhaltung des Individuums, den Bedarf desselben neu ersetzen oder das Material bereiten, aus dem der Organismus seine einzelnen Organe vergrössert, son-

dern auch alle Thätigkeiten, vermöge welcher die Keime zu neuen Individuen gebildet und das Geschlecht fortgepflanzt wird. Die Erscheinungen, welche bei der Fortpflanzung auftreten, sind bereits abgehandelt worden, und es bleiben uns mithin nur noch jene Erscheinungen zu betrachten übrig, welche behufs der Selbsterhaltung auftreten. Demnach betrachten wir zuerst, welche Veränderungen mit der Nahrung vorgehen, nachdem wir die dazu nöthigen Apparate kennen gelernt, verfolgen dann die Blutbildung und das ganze Blutleben, und erkennen zuletzt, was davon im Körper bleibt, mag es bei der Ernährung oder dem Wachsthum verwandt werden, und was durch die Absonderung wieder zum Körper hinausgeschafft wird.

Die Verdauung.

Von allen organisirten Wesen haben die Thiere allein die Fähigkeit, die oft in fester und ungelöster Form genossene Nahrung zu verflüssigen und damit löslich zu machen. Für diese Thätigkeit besitzen die Thiere die Verdauungsorgane, die in den niederen Klassen, z. B. den Räderthieren, vielleicht nur desshalb so einfach erscheinen, weil wir sie nicht tiefer erforschen können.

Verdauungsapparat im Allgemeinen.

Die einfachste Form des Verdauungsapparates kennen wir, nach Ehrenbergs Entdeckungen, bei einigen Infusorien, z. B. den Monaden. Bei diesen findet sich nämlich nur ein mehrkammeriger Magen, dessen Eingang, der Mund, mit Wimpern besetzt ist. Durch die Wimpern strömt das Wasser und die darin enthaltene Nahrung in den Magen, und wenn die Verdauung beendet ist, wird der ganze Mageninhalt wieder ausgespieen. Die anderen Infusorien, z. B. die Vorticellinen, haben schon einen deutlichen Darm, d. h. ein Rohr, das durch den Körper hindurchgeht und Mund und After besitzt. Dieser Darm ist mit vielen blinddarmförmigen, gestielten Magen besetzt, denen man für jetzt eine gemeinschaftliche ununterschiedene Funktion zuschreibt. An einem Infusorium, Loxodes cucullulus, hat Ehrenberg im Schlunde Zähne aufgefunden.

Aehnliche Verhältnisse, wie bei den Infusorien, finden sich auch bei den Akalephen.

Eine deutlichere Gliederung des Darmkanals tritt erst bei den Kerbthieren ein. Die Anneliden, Kruster und Spinnen haben einen Darm mit entgegengesetztem Mund und After; hinter dem Schlunde findet sich eine Erweiterung zu einem bewaffneten Magen, indem Chitinzähne hier reihenartig aufgepflanzt sind. Der Darm hinter dem Magen zerfällt nicht sowohl der Form, als der Funktion nach in 2 Theile: in den Chylus bereitenden Darm und in den Mastdarm, welcher letztere da beginnt, wo die Malpighi'schen oder sogenannten Gallengefässe, die aber Nieren sind und den Harn abführen, einmünden. Viele dieser Thiere haben auch am Anfange des Darmes einen Drüsenapparat, den man für Speicheldrüsen hält. Manche Anneliden besitzen gleich hinter dem Magen kurze Blinddärmchen, die man für die ersten Anfänge einer Leber hält, die sich in vollkommener Entwicklung schon bei den Krebsen findet.

Die Wirbelthiere zeigen im Allgemeinen eine vollständige Uebereinstimmung und eine Konformation des Verdauungsapparates, wie wir sie von dem Menschen her kennen. Das Pankreas fehlt manchen Fischen; einfache und zusammengesetzte Magen finden sich in jeder Thierklasse; die Blinddarmbildung, die beim Menschen im Processus vermiformis auf ein Minimum reduzirt ist, findet sich bei manchen anderen Thieren ausserordentlich entwickelt. Die Länge des Darmrohres ist um so bedeutender bei pflanzlicher Nahrung, nur gering bei animaler Kost; so beträgt die Länge des Darmrohres beim Walfisch 15mal die Länge seines Körpers, beim Rind ist das Verhältniss 8 : 1. Die geringere Länge des Darmrohres ist bei einigen Thieren durch Oberflächenvermehrung mittelst Zottenbildung kompensirt; diese Zotten selbst zeigen entweder eine glatte Oberfläche oder sind vielfach mit Unebenheiten besetzt; die näheren Verhältnisse s. unten bei den Formen der Verdauungsorgane.

Beim Menschen und den höheren Säugethieren ergiessen verschiedene Drüsenapparate ihr Sekret in das Darmrohr, welche Flüssigkeiten eine mehr oder minder nachgewiesene Betheiligung bei der Verarbeitung der Nahrungsmittel ausüben. Es sind

dies besonders der Mundspeichel, der Bauchspeichel, der Magensaft, die Galle.

Es ist aber das ganze Darmrohr im Innern von einer Schleimhaut ausgekleidet, in welche unzählige Schleimbälge eingebettet liegen. An verschiedenen Stellen fehlen diese Schleimbälge und dennoch findet Schleimabsonderung statt. Die Schleimhaut verbreitet sich auch in die Ausführungsgänge der grösseren Drüsen des Darmes und mengt deren Absonderungsprodukten Schleim bei. Die Schleimhaut selbst ist überall mit einem Epithelium überzogen, dessen Zellen meist polygonal und flach sind; nur vom Magen an herab sind es polygonale Zylinder, deren Höhe das Mehrfache der Breite ist. Solche Zylinderepithelien erscheinen auch in den Ausführungsgängen der Speicheldrüsen, der Gallenblase u. s. w. Zu öfterem haben Beobachter an einzelnen Stellen des Darmes Wimperbewegung finden wollen, doch ohne dass dafür Bestätigung beigebracht werden konnte. Indess in den Larven finden sich oft auf Schleimhäuten Flimmerepithelien, wo nach vollständiger Entwicklung dergleichen nicht mehr zu finden sind. So hat neuerdings Corti Flimmerbewegung in den Gallengängen, im Oesophagus, dem Magen und dem Darme der Frosch- und Krötenlarven beobachtet. Auch über die Zotten geht das Epithelium ununterbrochen fort, und nirgends ist auf diesen eine Oeffnung, welche in einen Drüsenapparat oder gar in eine Höhle führe. Zwischen den Zotten indess finden sich zahlreiche Oeffnungen, die drüsigen Organen angehören, welche in die Schleimhaut des Dünndarmes eingebettet sind. Von diesen Drüsen sind dreierlei Arten vorhanden: 1) die Brunnerschen Drüsen; sie befinden sich nur im Duodenum und sind kleine ziemlich einfache gelappte Drüschen. Nach Middeldorpfs Untersuchungen haben sie eine ziemlich gleichförmige Struktur bei den verschiedenen Thieren. Sie scheinen ein alkalisch reagirendes Sekret zu liefern, das nach Middeldorpf eine dem Speichel ähnliche Wirkung zu besitzen scheint, denn er glaubt, dass er mit einem wässerigen Extrakt der Substanz jener Drüsen Stärkekleister in Zucker verwandeln konnte.

2) Die Lieberkühnschen Drüsen, deren Ausmündungen man erst mit dem einfachen Mikroskop als kleine Vertiefungen erkennt. Sie befinden sich im Dünndarm und Dickdarm und liegen immer ihrer viele dicht bei einander, daher sie der

Schleimhaut ein siebförmiges Ansehen verleihen. Ihr Absonderungsprodukt und dessen Kräfte sind noch unbekannt.

3) Die Peyerschen Drüsen sind entweder in grossen Haufen gruppirt, Plaques, Glandulae agminatae, oder sie stehen einzeln, solitariae. Immer finden sie sich an derjenigen Stelle des Darmes, welche der Insertion des Mesenteriums gegenüberliegt. Die Peyerschen Drüsenhaufen kommen nur im Dünndarm vor, während die einzelnen auch auf dem Dickdarm zerstreut sind. Es sind runde, scharf umgrenzte weisse Stellen, welche bei manchen Thieren sichtlich erhaben sind, beim Menschen aber ganz flach liegen. Um diese herum ist ein Kranz von Löchern, welche ganz wie Lieberkühnsche Drüschen aussehen. Nach Krause fände eine Kommunikation statt zwischen diesen Löchern und der Höhlung, welche unter der mittlern weissen Stelle sich befindet. Die meisten Beobachter aber haben den mittlern Theil für eine geschlossene Kapsel befunden, die weder nach der Höhlung des Darmes hin, noch nach anderen Organen der Darmwände eine Verbindung habe. In den Kapseln ist eine Flüssigkeit enthalten, mit sehr kleinen Körperchen, die kleiner sind als die Schleimkörperchen. Ueber die Wirkung dieser Drüsen weiss man nichts anzugeben; in Krankheiten, namentlich solchen, die mit starker Abschuppung des Darmepitheliums verbunden sind, wie Cholera, Typhus, werden die Kapseln aufgerissen und sie gewähren dann das Ansehen feuchter Vertiefungen, was man lange Zeit für den normalen Zustand dieser Organe angesehen hat.

Die Verdauungssäfte.

Bei der Betrachtung der Nahrungsmittel werden wir sehen, welche Stoffe davon löslich sind und welche unlöslich. Für die unlöslichen ist es nothwendig, dass sie durch Thätigkeit des Organismus in eine lösliche Form gebracht werden. Die dazu bereiten Säfte scheinen nach unseren jetzigen Kenntnissen hauptsächlich nach zwei differenten Weisen zu agiren und jede dieser Weisen auf eine bestimmte Klasse Nahrungsmittel verwandt zu werden. Die schon oben berührten Verdauungssäfte zeigen nämlich nach dieser Klassifikation ganz differente Eigenschaften. Die einen reagiren alkalisch und verarbeiten Mehl und die ihm verwandten Substanzen des

Pflanzenreiches in Fruchtzucker; die anderen hingegen reagiren sauer und zeigen eine enge Beziehung zu den Proteinkörpern. Speichel und Pankreassaft dienen zur Zuckerbereitung, Magensaft und vielleicht auch die Galle rufen in den Proteinsubstanzen eigenthümliche Bewegungen hervor.

Der Speichel.

Speichel und mit ihm die Speichelorgane fehlen in vielen Thierklassen. Bei den Insekten finden sich lange röhrenförmige Schläuche mit kurzen Blinddärmchen in den Mund mündend. Die Spinnorgane sind davon verschieden. Bei den Mollusken sind es zwar auch lange Röhren, sie sind indess ohne Blinddärmchen, zeigen aber eine zellige Struktur. Bei den Fischen, vielen Amphibien und Säugethieren, die im Wasser leben, fehlen sie. Die nicht giftigen Schlangen haben sublinguale Speicheldrüsen und andere, welche in der Ober- und Unterlippe liegen; sie bestehen immer aus Aggregaten einfacher Drüsen mit vielen einzelnen Oeffnungen. Bei den giftigen Schlangen finden sich besondere Giftdrüsen, deren Sekret nichts mit dem Speichel gemein hat. Sie liegen immer zur Seite des Halses, an einer meist besonders gefärbten Stelle und münden jederseits mit einem Ausführungsgang in einen Hohlzahn. Die Vögel besitzen den nicht giftigen Schlangen ganz ähnliche Speicheldrüsen, nur bei den Spechten ist die Sublingualdrüse ein zusammengesetzteres Organ, das auch einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang hat. Die Speicheldrüsen der Säugethiere sind denen des Menschen ganz analog; immer sind es vielfach zusammengehäufte traubige Follikel. Nach J. Müllers und C. H. Webers Untersuchungen bilden sich die Speichelkanälchen innerhalb eines Blastems, in welchem vom nachherigen gemeinsamen Ausführungsgange aus die Stämmchen und Aeste wie eine Vegetation fortschreiten.

Der Speichel reagirt immer alkalisch, wenn er durch besondere Erregung abgesondert wird. Ueber seine Reaktion, physikalische und chemische Eigenschaften s. *medizinische Chemie,* Seite 566 und folgende. Der Speichel wird in geringer Menge fast kontinuirlich abgesondert. Bewegung der Kaumuskeln, Schlucken, Husten, Reizung der Mundhöhle durch mechanische oder chemische Mittel, Nervenstimmungen vom

Unterleibe her, z. B. der Akt der Verdauung, vermehren die Absonderung. Mitscherlich beobachtete an einer Speichelfistel des Ductus Stenonianus, dass unter den normalen physiologischen Verhältnissen in 24 Stunden von der Parotis allein etwa 65 bis 95 Grammen Speichel abgesondert werden. Die übrigen Drüsen sollen dagegen zusammen eine sechsfache Menge liefern.

Der Nutzen des Speichels besteht im Mindesten darin, dass er die Nahrungsmittel durchfeuchtet, deren Zerkleinerung durch die Zähne erleichtert. Desshalb können die Fische und Walfische ihn entbehren. Indess haben die pflanzenfressenden Roben doch wieder Speicheldrüsen und überhaupt stellt sich eine Beziehung des Speichels zur Pflanzennahrung heraus, denn alle Pflanzenfresser haben sehr entwickelte Speicheldrüsen.

Frühere Vermuthungen, dass der Speichel durch seinen Salzgehalt wirke, haben sich nicht bestätigt. Er zieht nach Berzelius und Müller aus den Nahrungsmitteln nicht viel mehr aus als Wasser. Indess hat Leuchs beobachtet, dass Stärkekleister bei gelinder Wärme durch den Speichel in Zucker übergeführt wird. Diese Beobachtung ist vielfach bestätigt worden und spätere Versuche haben gezeigt, dass gleichzeitig etwas Milchsäure gebildet werde und dass auch ungekochtes Amylum, wiewohl langsamer, ebenfalls in Zucker verwandelt werde. Durch diese Entdeckung ist denn das oft beobachtete Auftreten von Zucker und Stärkegummi schon innerhalb des Magens erklärt.

Ob der Speichel rabiöser Hunde verändert ist, weiss man nicht, aber jedenfalls ist es gewiss, dass in der Hundswuth nicht der Speichel allein jene Krankheit überträgt, denn nach Hertwigs Untersuchungen wirken auch andere Flüssigkeiten wuthkranker Hunde in gleicher Weise giftig. Gewöhnlich zwar wird das Gift durch den Biss übertragen, aber wollte man dem Speichel allein alle Giftigkeit zuschreiben, so würde man einen eben so grossen Fehler machen, als wenn man den Speichel der Schlangen für giftig erklären wollte, während doch das Gift der Schlangen in besonderen Organen bereitet wird.

Der Magensaft.

Wenn Nahrung in den Magen aufgenommen ist, wird hier eine sauer reagirende Flüssigkeit ergossen. Im leeren Zustande reagirt der hier vorhandene Schleim neutral oder doch bedeutend schwächer sauer. Die saure Reaktion während der Verdauung findet sich sowohl bei den Fleischfressern, als bei Pflanzenfressern, sie wird durch den Reiz hervorgerufen, welchen die Ingesta auf die Magenwände ausüben. Man kann daher auch den sauren Magensaft hervorrufen, wenn man den Magen mechanisch reizt, z. B. Steine oder Pfeffer u. s. w. in den Magen einführt. Spallanzani gewann sauren Magensaft, indem er einen Schwamm an einem Faden in den Magen fastender Thiere einführte.

Diese saure Reaktion rührt von einem Sekret her, das von den Pepsindrüsen abgesondert wird. Es sind dies einfache Drüsenträubchen, welche in die Magenwände eingebettet liegen; zumeist finden sie sich in der Portio cardiaca und pylorica. Bei denjenigen Vögeln, die Pflanzen fressen und einen Muskelmagen haben, finden sich in diesem letztern keine Pepsindrüsen, vielmehr ist die dicke Muskelschicht innen mit einem schwieligen Epithelium bedeckt; dafür besitzen diese Thiere aber einen Vormagen, den Proventriculus, der wohl vom höher gelegenen Kropf zu unterscheiden ist und zwischen Schleimhaut und Muskelhaut eine ganze Schicht gesonderter Drüsensäckchen enthält, welche ein sauer reagirendes Sekret liefern und wohl ohne allen Zweifel die Repräsentanten der Pepsindrüsen sind. Eine ganz analoge Beziehung haben wohl die Drüsenanhäufungen in der Portio cardiaca bei Myoxus, Halmaturus, Phascolomys, und beim Biber finden sie sich anscheinend in eine einzige grosse Drüse vereinigt. Wo ein zusammengesetzter Magen sich findet, sind die Pepsindrüsen nicht auf alle Abtheilungen desselben vertheilt, sondern diese finden sich nur in der einen, dem eigentlichen Magen oder Labmagen, während die anderen Abtheilungen mehr in die Funktionen des Kropfes zurücktreten. Bei den Wiederkäuern ist die Bildung des vierfachen Magens in so fern von Interesse, als die Jungen, so lange sie noch Milch saugen, nur einen einfachen Magen haben; wenn aber solch ein Thier zur Pflanzennahrung übergeht, schalten sich die übrigen 3 Magen zwischen

Speiseröhre und dem Labmagen ein. Dennoch hat der zusammengesetzte Magen durchaus keine enge Beziehung zur Pflanzennahrung, haben doch die pflanzenfressenden Einhufer nur einen einfachen Magen und die fleischfressenden Delphine und Walfische einen zusammengesetzten (s. u.).

Immer hat der eigentliche Magen vermöge seines sauren Sekretes die Eigenschaft, Milch zur Gerinnung zu bringen, und zwar findet sich dies bei allen Thierklassen, so verschiedenartig auch die Säure des Magensaftes sein mag. Ueber die verschiedenen Säuren des Magensaftes und dessen chemische Zusammensetzung überhaupt, müssen wir hier auf die *medizinische Chemie*, S. 574, verweisen. Wenn auch die eben berührte Wirkung nicht von den zum Theil schwachen Säuren erzeugt werden mag, so ist ihre Gegenwart doch immer nöthig, weil das Lab oder Pepsin im neutralen Zustande nur schwach und im alkalischen gar nicht wirkt, wie es in ähnlicher Weise durch starken Alkohol und Kochhitze seine ganze Wirkung verliert.

Das Pepsin in saurer Lösung macht nicht nur die Milch gerinnen, sondern löst nach längerer Einwirkung das Geronnene wieder auf, überhaupt übt es auf alle eiweissartigen und selbst abgeleiteten Proteinverbindungen eine stark auflösende Kraft aus. Diese schon von Müller und Schwann entdeckte Wirkung ist durch neuere Untersuchungen vielfach bestätigt worden. Die jüngsten, von Hübbenet angestellten, haben dieselbe Wirkung auch für den filtrirten Magensaft dargethan, daher die von Frerichs aufgestellte Behauptung sehr wahrscheinlich wird. Frerichs wollte nämlich im Magensaft eigenthümlich gestaltete Zellen beobachtet haben, die er Labzellen nannte und von denen er gerade die lösende Wirkung auf Eiweiss abhängig machte. Hübbenet konnte solche Zellen nicht beobachten. Die Intensität der Einwirkung des Magensaftes hängt von der Menge des mit Salzsäure gepaarten organischen Ferments, des Pepsins, ab; sie wird verringert durch Kochen, durch Eindampfen und durch Neutralisation. Der Zusatz von Speichel stört die Wirkung des Magensaftes nicht, wenn er nur nicht in so grosser Menge zugegen ist, dass Neutralisation eintritt; daher denn auch im lebenden Organismus im Magen das Pepsin seine Wirkung ausübt, trotz des fortwährend zufliessenden Speichels, vielmehr erhöht dieser noch

die Einwirkung des Magensaftes, weil dieser verdünnt wird; Wright glaubt auch, dass die Verdauung des Mageninhaltes verlangsamt wurde, als er einem Hunde nach der Fütterung eine Ligatur um den Oesophagus legte, wodurch der Zufluss des Speichels gehindert wurde. Auf Kleister und rohes Amylum, die vom Speichel so leicht in Zucker übergeführt werden, äussert der Magensaft nicht eine gleiche Wirkung, obwohl Hoffmann angibt, dass Magensaft nach mehrstündiger Einwirkung den Stärkekleister ebenfalls in Zucker verwandle. Jacubowitsch sah nach neunstündiger Einwirkung des Magensaftes keinen Zucker sich bilden, Hübbenet nicht nach 12 und 22stündiger Einwirkung, selbst nicht innerhalb des Körpers. Einmal fand Hübbenet nach 20 Stunden durch Magensaft den Stärkekleister spurweise in Zucker verändert. Der Magensaft vermag also nicht im Magen das Amylum zu verdauen und man muss daher den so oft im Magen beobachteten Zucker als vom Speichel gebildet betrachten. Eben so wenig vermag aber auch sauer gemachter Speichel Eiweiss aufzulösen und es zerfällt die vor einigen Jahren von Bernard und Barreswil aufgestellte Hypothese. Diese Forscher behaupteten nämlich, es gäbe im Organismus überhaupt nur ein Verdauungsprinzip, es seien also Ptyalin und Pepsin identisch, die Bestimmung aber, ob dadurch Proteinkörper oder Amylacea verdaut würden, würde durch die Reaktion gegeben. Nach den Erfahrungen von Schwann, Wright und Jacubowitsch wirkt selbst angesäuerter Speichel noch entschieden auf Stärkekleister, es geht also die Verdauung desselben im Magen ungehindert vor sich. Jacubowitsch hat auch dargethan, dass die Epithelialblättchen und Schleimkörperchen, die sich abfiltriren lassen, wenn sie gut ausgewaschen sind, nicht die dem Speichel gebührende Wirkung ausüben, nachdem schon frühere Forscher vom filtrirten Speichel die Zuckerbildung beobachtet hatten, und daher kann man die Wirkung des Speichels nicht als Zellenwirkung der in ihm suspendirten Zellen auf das Amylum ansehen. Kocht man den Speichel, so büsst er damit seine Wirkung ein, allein man kann ihn mit Stärkekleister zusammen bis zur Siedhitze ohne Nachtheil erwärmen. Neutralisirter und selbst schwach angesäuerter Speichel wirkt auf das Amylum wie der normale, daher ist schon zu vermuthen, dass im Magen durch den Magensaft die Wirkung des Speichels nicht beeinträchtigt

werde. Jacubowitsch legte einem Hunde eine Magenfistel an, fütterte ihn mit Stärkekleister und konnte in dem aus dem Magen nach einiger Zeit Herausgenommenen Zucker nachweisen; nach Verlauf von 4 bis 5 Stunden war alle Stärke bereits umgewandelt. Speichel mit Magensaft neutralisirt, oder selbst sauer gemacht, verliert nichts von seiner Wirkung. Jacubowitsch lieferte auch direkt den Beweis, dass das Auftreten von Zucker im Magen einzig und allein auf Zufluss des Speichels beruhe; er unterband einem Hunde die Ausführungsgänge der Parotiden und der Submaxillardrüsen und fand vermittelst der angelegten Magenfistel, dass nach 9½ Stunde noch alles Amylum unverändert und keine Spur von Zucker gebildet war.

Der eigentlich wirksame Bestandtheil des Magensaftes sowohl wie des Speichels ist chemisch noch so wenig definirt, dass sich genauere Untersuchungen gar nicht anstellen lassen, und wir bleiben deshalb auch jetzt noch über das Wie der bei ihrer Einwirkung hervorgerufenen Veränderungen im Unklaren. Fast hat es den Anschein, als möchte der Magensaft der Lösung näher liegen, weil der Speichel von mehreren Apparaten gebildet wird, gegen deren gleiche Schätzung sich bedeutende Zweifel erhoben haben. Schon van Selten vermuthete, dass das Parotidensekret vom übrigen Speichel abweiche. Magendie kam zu dieser Behauptung, weil er mit dem Parotisspeichel eines Pferdes Stärkekleister nicht in Zucker verwandeln konnte. Strahl vermochte aber wieder aus diesem, durch Eröffnung des Stenonschen Ganges eines Pferdes erhaltenen Speichel, dadurch, dass er ihn filtrirte und in Alkohol tropfen liess, eine Substanz darzustellen, die sich wieder etwas in Wasser löste und in dieser seiner Lösung aus Stärkekleister Zucker bereitete, wie durch die bekannte Trommersche Untersuchungsmethode dargethan wurde. Mialhe hatte nämlich zuvor bekannt gemacht, dass der wirksame Bestandtheil des gemischten Speichels in der durch Alkohol zu erlangenden Fällung enthalten sei und aus dieser durch Wasser extrahirt werden könne. Wegen einiger Aehnlichkeit mit der Diastase der Pflanzen nannte er diese Substanz Diastase salivaire. Jacubowitsch nahm die bestehende Kontroverse über die funktionelle Identität der Speicheldrüsen wieder auf und gibt Folgendes als Resultate seiner Untersuchungen an Hunden an. Der Par-

otisspeichel allein macht aus dem Stärkekleister keinen nach der Trommerschen Methode nachweisbaren Zucker. Ein Gleiches will er vom Sekret der Submaxillardrüsen gesehen haben. Die Schleimabsonderung der Mundschleimhaut, ohne dass ihr das Sekret der Parotis und der Submaxillardrüse beigemengt ist, übt ebenfalls keine Einwirkung auf den Stärkekleister aus. Keiner der drei Theile also, welche zusammen den gemischten Speichel ausmachen, ist der Träger der Wirkung des Ganzen. Weitere Untersuchungen des Jacubowitsch lehren nun, dass das Gemenge des Mundschleimes mit dem Sekret einer der beiden Drüsen, der Parotis oder der Submaxillaris, ausreiche, um die Wirkung des gemischten Speichels darzustellen. Ja es bedarf dazu nicht einmal des Mundschleimes, denn diesen konnte er ohne alle Störung durch Nasenschleim ersetzen; es folgt aus diesen Untersuchungen noch nebenbei, dass die kleineren der sogenannten Speicheldrüsen (die Hunde haben nämlich ausser Parotis und Submaxillaris und den fast verschwundenen Sublinguales noch Glandulae salivales, orbitales und buccales) sich bei der Wirkung des gemischten Speichels nicht betheiligen. Jacubowitsch folgerte noch aus anderen Gründen, dass die Orbitaldrüsen keine Speicheldrüsen seien; er konnte nämlich aus dem Parenchym dieser Drüsen kein Extrakt erhalten, welches Stärkekleister in Zucker verwandle, was nach ihm mit der Parotis und Submaxillaris so leicht geht.

Frühere Forscher, besonders Wright, hatten gefunden, dass der Speichel bei seiner Einwirkung auf Stärkekleister mit der Länge der Zeit auch Milchsäure bilde. Leuret und Lassaigne behaupten schon, dass sich bei der Verdauung im Magen Milchsäure finde, und nach ihrer Angabe will sie auch Graves wirklich gefunden haben. Bouchardat und Sandras fanden nach Fütterung mit Stärkemehl Milchsäure im Mageninhalt. Lassaigne behauptete nun, die Säure des Magensaftes rühre nicht, wie früher immer behauptet worden, von Salzsäure her, sondern sei wesentlich Milchsäure. Nach ihm haben denn auch Bernard und Barreswil den Beweis geliefert, dass in dem Magensafte sich durchaus keine freie Salzsäure, wohl aber Milchsäure fände; wenn man nun aber durch Destillation des Magensaftes Salzsäure erhalte, so rühre diese von zersetztem Chlorkalcium her, welches in seiner Lösung bei Syrupskonsistenz von der freien Milchsäure zersetzt werde.

Frerichs sieht die Bildung von Milchsäure als anormal an (s. u.). Schon früher hatte Braconnot bei seiner Untersuchung gefunden, dass sich allerdings aus dem Magensaft Salzsäure erhalten lasse, aber nicht im Anfange der Destillation, sondern erst wenn er auf Syrupskonsistenz eingedickt war. Heintz hat diese Beobachtung bestätigt und durch weitere Untersuchung dargethan, dass es keine Paramilchsäure sei, die sich im Magensaft finde, indem die damit dargestellten Salze 18% Krystallwasser enthielten. Aus einer Untersuchung von Lehmann erhellt, dass die Annahme von Bernard und Barreswil ungefähr richtig ist; Chlorkalcium und Chlormagnesium, wenn sie in Lösung sind, werden bei einer gewissen Konzentration selbst bei mittlerer Temperatur durch Milchsäure leicht zersetzt.

Neuerdings hat C. Schmidt die Hypothese aufgestellt und durch analytische Untersuchungen zu beweisen gesucht, dass die Salzsäure mit dem organischen wirksamen Bestandtheile des Magensaftes verbunden sei und mit ihm eine gepaarte Säure darstelle, aus welcher durch geeignete Verfahren die Salzsäure ausgetrieben werde.

Die Galle.

Die Absonderung von Galle scheint in der Thierwelt sehr weit verbreitet zu sein. Bei den Polypen hält man nach Farre kleine braune Drüschen am Magen für gallebereitende Organe. Mit einer Schicht ähnlicher Organe ist der Darm vieler Ringelwürmer auf eine Strecke hin besetzt; andere, wie die Aphroditen, die Planarien, haben am Darm kleine Blinddärme, die man für ein Analogon der Leber ansieht. Aehnlich verhält es sich mit jener blinddarmartigen Drüse auf der Rückenseite des Magens der Seesterne, welche einen braunen Saft absondert. Bei den Insekten sind die früher sogenannten Gallengefässe, die Vasa Malpighiana, Harnorgane, da Chevreuil in ihnen Harnsäure entdeckt hat, sie münden indess immer hinter dem chylopoetischen Theile in den Darm, bei manchen Larven sogar ziemlich nahe am After. Für Gallenorgane kann man nur bei einigen Insekten jene höher gelegenen Blinddärmchen und die Vasa Malphighiana superiora ansehen. Bei den fleischfressenden Käfern ist der häutige Magen mit einer Schicht kleiner braungefärbter

Blinddärmchen besetzt. Bei einigen Orthopteren ist der Muskelmagen mit ähnlichen Blinddärmchen besetzt, z. B. bei Gryllus. Bei Acheta, Gryllotalpa, Locusta münden die Vasa Malpighiana superiora in besondere schlauchartige Anhänge des Darmes hinter dem Muskelmagen. Bei den Arachniden, sehr deutlich beim Skorpion, münden in den obern Theil des Darmes mehrere Ausführungskanäle aus einer bräunlichen, von den Naturforschern Fettkörper genannten Masse.

Eine deutliche, gesonderte Leber findet sich in den höhern Ordnungen der Kruster. In den niederen Ordnungen ist der Magen mit Drüsenfollikel besetzt, bei den Cirrhipedien finden sich blindsackförmige Ausstülpungen. Bei den eigentlichen Krebsen ist das Leberorgan paarig; jede Hälfte, die mit einem Ausführungsgang hinter dem Pförtner des Magens in den Darm einmündet, besteht aus drei Lappen, die aus länglichen, fingerförmigverbundenen Follikel gebildet werden. Palaemon, Peneus, Grangon zeigen eine traubenförmige Bildung der Leber. Bei den Squillen sind die Leberlappen von schwammig zelliger Struktur.

Die Mollusken, mit Ausnahme der Tunikaten, mehrerer Pteropoden und Apneusten, zeigen eine der der Wirbelthiere sehr ähnliche Leber. Sie ist unpaar und bildet eine grosszellige Traube, wie man beim Aufblasen sieht. Die zellige Bildung ist bei einigen grossen Gattungen schon beim Durchschnitt mit dem blossen Auge zu sehen.

Unter den Wirbelthieren sinkt die Leber noch einmal im Amphioxus auf den bei den wirbellosen Thieren herrschenden Bau zurück. Hinter der Speiseröhre gelangt man bei ihm in einen weitern Theil des Darmes; dieser und ein von ihm abgehender Blindsack ist in seinen Wänden grün gefärbt, von einer drüsigen Masse herrührend, die sich auf Durchschnitten als eine senkrecht stehende Faserschicht zeigt und für die Leber gehalten wird, zumal die grüne Färbung mit scharfer Grenze im Darm aufhört. Bei den übrigen Thieren zeigt die Leber grosse Aehnlichkeit mit der des Menschen und bietet nur unwesentliche Formverschiedenheit dar, z. B. bei den Vögeln zerfällt sie in zwei Hauptlappen. Aber nicht alle Wirbelthiere haben eine Gallenblase, wie der Mensch, und das Vorhandensein und das Fehlen derselben tritt in allen Wirbelthierklassen auf. Keine Gallenblase haben unter den Säuge-

thieren die Einhufer, die Hirsche, Kameele, Elephant, Nashorn, Daman, Pekari, Hystrix, Hamster, einige Mäuse, die Faulthiere, Rytina, Braunfisch und Tümmler. Unter den Vögeln fehlt sie dem Papagei, Kukuk, Strauss, Taube, Holztaube, Haselhuhn. Die Amphibien haben eine Gallenblase, sie fehlt nur sehr selten, z. B. bei Testudo nigra. Unter den Fischen fehlt sie der Lamprete. Der Mangel der Gallenblase steht in keinem Verhältniss zur Nahrung, zwar findet sie sich bei allen Fleischfressern, aber eben die Pflanzenfresser zeigen ein wechselndes Verhältniss.

Wegen der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Galle verweisen wir auf S. 584 der *medizinischen Chemie* und gehen hier sogleich auf das physiologische Verhalten derselben über. Die Galle wird fortwährend abgesondert und fliesst auch fortwährend in den Darmkanal. Magendie sah in der Minute etwa zweimal einen Tropfen Galle aus dem Gallengang in den Darm treten. Graaf sammelte von einem Hunde in 8 Stunden 6 Drachmen, Keil in 1 Stunde 2 Drachmen. Schellbach gibt in seiner Dissertation über die Funktion der Galle die Resultate umfangsreicher Untersuchungsreihen über die quantitativen Verhältnisse der Gallenabsonderung. Nach ihm berechnet sich die Menge der in 24 Stunden abgeschiedenen frischen Galle aus den jedesmal nach 2 Stunden gezogenen halbstündigen Mitteln auf 164,43 Grammen, die der trockenen auf 6,980 Grm.; dies macht auf 1 Kilogramm Thier 29,896 Grm. frischer und 1,268 Grm. trockner Galle täglich. Bidder beobachtete an einem Hunde auf 1 Kilogramm seines Gewichts 15,912 Grm. frischer und 0,840 Grm. trockener Galle täglich, eine Quantität, die man für geringer als die normale halten muss, da der Hund täglich abmagerte und an Gewicht verlor. Schellbachs Angabe ist nach dessen eigenem Geständniss etwas zu gross, da der von ihm beobachtete Hund nach Anlegung der Gallenfistel eine bedeutende Gefrässigkeit zeigte, und man wohl annehmen kann, dass bei einer so stark vermehrten Einnahme von Nahrungsmitteln auch die Sekretion der Galle vermehrt werden musste. Als Mittel aus beiden Beobachtungen ergibt sich 1,054 trockener Galle auf 1 Kilogramm Thier, welche Zahl ziemlich genau mit der von Bidder in mehreren anderen Versuchen erhaltenen 0,960 Grm. übereinstimmt. Stackmann fand bei Katzen die Menge der täglich

sezernirten frischen Galle auf 1 Kilogramm des Thieres im Mittel 14,616 und der trockenen 0,840.

Nach den neuesten Versuchen über die Gallenquantität stellte Bidder (*die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel von Bidder und Schmidt,* 1852) folgende Tabelle auf.

1 Kilogramm

Katze,	Hund,	Schaf,	Kaninchn.,	Gans,	Krähe	liefert in 1 Stunde	
0,608	0,824	1,059	5,702	0,491	3,004	Grammen frische	Galle.
0,034	0,042	0,056	0,103	0,034	0,219	Grammen trockene	Galle.
		in 24 Stunden					
14,50	19,990	25,416	136,84	11,784	72,096	Grammen frische	Galle.
0,816	0,988	1,344	2,47	0,816	5,256	Grammen trockene	Galle.

In Bezug auf die zu verschiedenen Zeiten nach der Fütterung sezernirten Mengen beobachtete Schellbach etwa in der 3. bis 4. Stunde nach der Fütterung eine geringe Zunahme der Gallenabsonderung, später sah er sie wieder geringer werden, bis sie etwa von der 14. Stunde an wieder zunimmt, in der 15. und 16. ihr Maximum erreicht uud dann allmälig bis zur folgenden Fütterung wieder geringer wird. Aus Beobachtungen der 35. und 39. Stunde geht hervor, dass selbst im ganz nüchternen Zustande die Gallensekretion nicht aufhört oder wesentlich verändert wird; die bei der Beobachtung in der 35. Stunde erhaltene ziemlich grosse Menge scheint von der grossen Quantität Futter herzurühren (719 Grm. Fleisch), die der Hund zuvor genossen hatte. Stackmann fand die Zeit der stärksten Sekretion bei Katzen von der 12. bis zur 15. Stunde nach der Fütterung.

Mit der Kenntniss der alkalischen Reaktion der Galle setzte man lange Zeit die ganze physiologische Bedeutung dieses Sekretes in dieses chemische Verhalten, und meinte, sie stumpfe die Säure des aus dem Magen kommenden Speisebreies ab, dessen verdaute und gelöste Stoffe nicht in saurer Lösung aufgesogen und in den Kreislauf geführt werden. Vergebens bemühte man sich lange Zeit, als Schwann das Verdauungsprinzip des Magens gefunden hatte und man nun auch ausserhalb des Magens Verdauungsversuche anstellen konnte, jene durch das Pepsin erzielten Lösungen von Eiweiss u. s. w., die ihren Charakter verloren hatten, durch Galle wieder zu ihren früheren Eigenschaften zurückzuführen. Es stellte sich

bei diesen Bemühungen nur heraus, dass durch die Galle eine weitere zersetzende Fäulniss verhindert wird, wie überhaupt die Galle, weil sie selbst zu einer eigenthümlichen Zersetzung geneigt ist, jeder anderweitigen sich widersetzt. Schon durch Purkinje war beobachtet worden, dass die Pepsinverdauung durch Galle gestört wird. Ebenso erfolglos waren die Bemühungen, die Einwirkung der Galle auf Zucker zu ergründen. Meckel glaubte eine sichere Beobachtung von der Verwandlung des Zuckers durch Galle in Fett gemacht zu haben, bis genauere Untersuchungen den Irrthum aufdeckten und darthaten, dass das für Fett Genommene nur Zersetzungsprodukt der Galle wäre. Nach Scherer werden die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel nach ihrer Verdauung durch die Galle wieder in ihren früheren Zustand zurückgeführt. Er nahm Kleber und gekochtes Muskelfleisch und behandelte diese mit Pepsin. Was davon gelöst wurde, versetzte er mit frischer Kalbsgalle und füllte es in ein Stück ausgewaschenen Duodenums und hängte diesen Sack in destillirtes Wasser. Letzteres nahm nach Verlauf von 10 Stunden eine durch Kochen, Alkohol und Sublimat niederfallende Substanz auf. Man erfasst aber sehr leicht die Mängel dieses komplizirten Versuchs. Gegen die Angabe von Leuret und Lassaigne, dass die Galle die Fette zersetzen, diese verseifen und solche dadurch auflöse, behaupten Tiedemann und Gmelin, dass sie kein Fett auflösen könne, höchstens solches mechanisch vertheilt mit sich fortführe.

Liebig kam zumeist wegen der vergeblich angestellten Versuche, etwas über die Funktion der Galle zu erfahren, zu der Theorie, es würde ein grosser Theil der Galle wieder resorbirt, zumal in den Fäces immer nur geringe Mengen Gallebestandtheile gefunden wurden. Diese geringen Mengen entsprechen aber nach Anderen ziemlich vollkommen der Menge der festen Bestandtheile der so wasserreichen Galle, daher andere Forscher folgerten, es habe die Galle nichts mit der Verdauung zu thun, sie sei nur die Abscheidung von im Körper unbrauchbar Gewordenen.

Nach Bidder und Schmidts neuesten Untersuchungen a. a. O., wird der grössere Theil der Galle vom Darmkanal aus resorbirt, was sich namentlich aus dem Schwefelgehalt der Galle und der Fäces ergeben soll. Sie bestimmten die resor-

birte Quantität der Galle auf $^7/_8$. Zu den Wirkungen der Galle bei der Verdauung selbst, rechnen sie zunächst deren antiseptische Kraft, dann aber auch eine, wenngleich nicht unersetzliche, dennoch wichtige Aufgabe bei der Auflösung der Nahrungsmittel, namentlich der Fette, nicht aber des Kasein, der Albuminate und Amylaceen.

Der pankreatische Saft.

Die Bauchspeicheldrüse ist bis jetzt nur im Wirbelthierreich bekannt; sie tritt zuerst in den Fischen unter der Form von Appendices pyloricae auf. Diese münden bald hinter dem Pförtner ein, finden sich in verschiedener Anzahl, zum Theil in grosser Menge (Gadoiden, Scomberoiden) oder auch zu Büscheln oder drüsenartigen Massen (Acipenser) vereinigt, mit gemeinschaftlichen Ausführungsgängen. Indess ist neuerdings durch Stannius die Ansicht über diese Appendices pyloricae dadurch geändert worden, dass er neben ihnen bei vielen Fischen ein selbständiges, in kleine Partikel vertheiltes Pankreas entdeckt hat.

Bei den Amphibien und den warmblütigen Thieren findet sich das Pankreas ohne Ausnahme, bei den Vögeln ist es besonders bei den pflanzenfressenden bedeutend gross und mehr entwickelt als die Speicheldrüsen, sowie es überhaupt bei pflanzenfressenden Thieren grösser ist.

Ueber die chemischen Eigenschaften des Pankreassaftes verweisen wir auf das *Handbuch der physiologischen und pathologischen Chemie* dieser Enzyklopädie. Was die physiologische Wirksamkeit betrifft, so ist durch Bouchardat und Sandras dargethan, dass der pankreatische Saft sowohl, als die Drüsensubstanz selbst, den Stärkekleister rasch in Dextrin und Traubenzucker umzuwandeln vermögen. C. Bernard hat ferner das Verhalten des Pankreassaftes zu den Fetten untersucht und gefunden, dass er dieselben bei 40^0 Wärme emulsire, wobei die fetten Körper in Fettsäuren und Glyzerin zerlegt werden. Lassaigne fand, dass diese Wirkung auf Oele schon bei einer Temperatur von 12 bis 15^0 erfolge und zwar in einigen Stunden. Taucht man Lakmuspapier in die Mischung, so sieht man bald, dass sich dasselbe in Berührung mit der Luft von der Peripherie gegen die Mitte röthet. Die Säurung

stellte sich in den verschiedensten Gasen, z. B. Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff u. s. w., ein, die Luft hat daher keinen Antheil und der Prozess scheint durch eine Art Katalyse hervorgerufen. Der Pankreassaft behält seine schwach alkalische Reaktion und die Einwirkung auf das Oel mehrere Tage lang, und bei der Umwandlung der Oele durch den Kontakt mit dem Pankreassafte erleiden Zucker und Gummi, die man in der Flüssigkeit löst, keine Veränderung ihrer Neutralität, was die ganz spezielle Wirkung dieser Flüssigkeit auf die Fette beweist. Frerichs nimmt zwar an, dass der Pankreassaft in Verbindung mit der Galle und dem Darmsafte die feine Vertheilung der neutralen Fette vermittle, er glaubt aber nicht, dass diese Wirkung die einzige oder auch nur die hauptsächlichste Aufgabe des Pankreas sei. Schon der Umstand, dass das Pankreas am stärksten bei den Pflanzenfressern ausgebildet ist, welche kaum Spuren von neutralem Fett aufnehmen, spricht hiergegen. Lenz (*de adipis concoctione et absorptione. Mitaviae* 1850. *Diss. inaug.*) fand die Zersetzung des Fettes durch Pankreassaft und das Freiwerden von Fettsäure ausserhalb des Körpers nur dann bestätigt, wenn der Versuch ohne Anwesenheit des sauren Magensaftes angestellt wurde. Wasser oder Galle hemmten diese Wirkung nicht, der Magensaft aber um so stärker, je saurer er war; wurde seine Säure neutralisirt, so verlor er diese Wirkung, was auch durch Zumischung von einer hinreichenden Quantität Galle bewirkt werden konnte. Versuche in dem lebenden Organismus lehrten ebenfalls, dass, wenn das Fett (Butter) vor seinem Eintritte in den Darmkanal sich mit dem Magensafte vermischen kann, auch beim Zusatze des pankreatischen Saftes keine Fettsäure frei wird, was bei Abschluss des Magensaftes stattfindet. Er sieht die Gegenwart des pankreatischen Saftes nicht als Ursache der Fettresorption an, und glaubt, dass dieselbe im neutralen Zustande erfolge.

Der pankreatische Saft verliert nach Lenz seine Wirkung auf Fett und Stärkemehl, wenn er mit Alkohol präzipitirt einen Monat lang einer Temperatur von 30—40° C. ausgesetzt, getrocknet und in destillirtem Wasser wieder gelöst wird. Frerichs nimmt ferner eine zersetzende Wirkung des Pankreassaftes auf die Galle zu unlöslichen Produkten an, wodurch derselbe wesentlich zu einer vollständigeren Ausstossung dieses

Exkretes beitragen soll. Ueberhaupt enthält der Pankreassaft zur Zersetzung geneigte Körper. Zerreibt man das Pankreas mit Wasser oder zieht es möglichst vollständig aus, so fault das Ganze binnen Kurzem in der Brütewärme, was darauf hinweist, dass derselbe einen kräftigen Gährungserreger abgibt.

Die Absonderung erfolgt übrigens nicht gleichmässig; während der Verdauungszeit erfolgt sie reichlicher und der Saft tritt tropfenweise ins Duodenum; bei der Abstinenz erscheint das Gewebe der Drüse blass und blutarm, der Ductus Wirsung, ist leer und es lassen sich keine Sekrete ansammeln.

Der Darmsaft.

Der Darmsaft ist nach Frerichs vorzüglich das Sekret der schlauchförmigen Drüsen des Dünn- und Dickdarmes. Die linsenförmigen solitären und agminirten Kapseln liefern nur einen sehr geringen Beitrag, und die Brunnerschen Drüsen kommen beim Menschen nur im Duodenum vor.

Die Untersuchungen von Tiedemann und Gmelin über den Darmsaft, den sie bei nüchternen Hunden untersuchten, und ebenso die von Viridet und von Schultz, werden von Frerichs (s. Wagners *Handwörterbuch der Physiologie. Art. Verdauung*) als nicht maassgebend anerkannt. Die von ihnen untersuchte Flüssigkeit bestand nach ihm hauptsächlich aus abgestossenen Epithelien, überdiess war Galle und Bauchspeichel in den Darm ergossen worden; die saure Reaktion im obern Theile des Dünndarmes wurde durch Magensaft bewirkt.

Es ist bisher noch nicht gelungen, eine genaue Untersuchung der einzelnen Sekretionen, aus denen der Darmsaft zusammengesetzt ist, anzustellen. Das Sekret der Brunnerschen Drüsen, aus dem Ausführungsgange dieser traubigen Organe hervorgepresst, stellte eine zähe, glasartige, mit Zellenkörnern und rundlichen Zellen vermischte Masse dar, welche alkalisch reagirt und durch Salpetersäure nicht getrübt wird. Sie stimmt mit dem Sekret aller übrigen Schleimdrüsen überein und soll nach Middeldorpf Eiweiss enthalten und Amylum in Zucker umwandeln, was jedoch als zweifelhaft anzusehen.

Die linsenförmigen Kapseln, sowohl die solitären, als die Peyerschen, enthalten eine zähe, grauliche, durch feinkörnige Moleküle und Zellenkerne getrübte Masse, welche alkalisch

reagirt und durch Essigsäure gerinnt, im Uebrigen alle Charaktere des Schleimes an sich trägt. Die Quantität ist im normalen Zustande gering.

Frerichs, welcher die schlauchförmigen Drüsen als die eigentlichen Absonderungsorgane des Darmsaftes ansieht, liess, um das Sekret im reinen Zustande zu gewinnen, bei Katzen und Hunden, welche längere Zeit gehungert hatten, einzelne 4 bis 8 Zoll lange Strecken des Darmes, aus denen vorher durch vorsichtiges Streichen etwa noch vorhandene Residuen von Darmkontentis entfernt waren, unterbinden. Der Darm wurde dann in die Bauchhöhle zurückgebracht und diese geschlossen. Nach 4 bis 6 Stunden wurden die Thiere getödtet, und man erhielt eine nicht unbeträchtliche Menge Darmsaft der in allen Theilen des Dünn- und Dickdarmes an Qualität gleich war, und nur die Quantität war im Dickdarm viel bedeutender.

Zander (*de succo enterico. Diss. inaug. Dorp. Liv.* 1850) gewann den Darmsaft, indem er den Ductus choledochus und die pankreatischen Gänge unterband und eine Dünndarmfistel anlegte. Die auf diese Weise gewonnene Flüssigkeit war jedoch nicht in hinreichender Menge, um chemisch untersucht zu werden, hierzu wurde der Darmsaft eines Hundes benutzt, der 24 Stunden gehungert hatte.

In allen Fällen ist der Darmsaft alkalisch, doch ist diese Reaktion nach Zander nicht bei allen Thieren und an allen Stellen des Darmes gleich stark. Er ist durchsichtig, zähe farblos. Er enthält Zellenkerne von $\frac{1}{400}$—$\frac{1}{300}'''$ im Durchmesser und ausgebildete Zellen. Im Wasser löst er sich nur zum geringen Theile und lässt sich auch nur schwierig vertheilen. Das Filtrat war in der Siedhitze nur schwach opalisirend; durch Essigsäure entsteht nach Frerichs eine etwas stärkere, im Ueberschuss der Säure unlösliche Trübung; nach Zander brachten weder Essigsäure noch Ferrocyankalium eine Koagulation zu Stande. Alkohol, Gerbsäure und Metallsalze bringen nach Frerichs stärkere Niederschläge hervor.

In 1000 Theilen Darmsaft waren enthalten:

	Frerichs	Zander	
		filtrirt	unfiltrirt
Wasser	950,50	961,05	969,94
Feste Stoffe . . .	24,45	38,98	30,06.

Frerichs		Zander		
			filtrirt	unfiltrirt
Unlösl. Schleimstoff mit Epithelium	8,70		—	8,29
Löslicher Schleimstoff u. extraktive Materie .	5,40	In Alkohol lös-		
Fett	1,95	liche Stoffe	25,16	15,93
Chlornatrium, phosphors. und schwefels. Alkohol		In Alkohol un-		
nebst Erdphosphat .	8,40	lösl. Stoffe	13,79	5,84.

Eiweiss fand Zander nicht.

Frerichs kann dem Darmsafte keine energische verdauende Kraft zuschreiben. Er fand nur die Umwandlung der gekochten Stärke im Zucker unter dem Einflusse des Darmsaftes in 12 Stunden ziemlich weit vorgeschritten, aber auch nicht so konstant, wie bei dem Speichel oder Pankreassaft. Auf eiweissartige Körper wirkte er selbst bei längerer Digestion nicht ein. Das Olivenöl hingegen ging mit dem Darmsafte geschüttelt in eine feine Vertheilung ein, aus der es sich nur langsam und unvollständig wieder ausschied. Zander gelangte zu entgegengesetzten Resultaten. Nach ihm besitzt der Darmsaft für sich die Fähigkeit, geronnenes Eiweiss und Fleisch aufzulösen, die auch durch die Gegenwart von Pankreassaft und Galle nicht gesteigert wird. Gekochtes Stärkemehl durch einen Einschnitt in die Mitte des Duodenums gebracht, und durch oberhalb und unterhalb des Darmstückes angebrachte Ligaturen gesichert, war nach 5 Stunden in eine leichtflüssige Masse verwandelt, in welcher Jod nur noch ein Minimum von Stärkemehl nachwies, schwefelsaures Kupferoxyd und Kali dagegen die Anwesenheit von Zucker darthaten; man muss in der That die verdauende Wirkung des Darmsaftes als ausser Zweifel ansehen.

Die eigenthümliche Rolle, welche der Blinddarm bei der Verdauung übernimmt, hat zu der Annahme geführt, dass die drüsigen Organe desselben ein den Labdrüsen entsprechendes Sekret liefern. Diese Annahme ist jedoch durch nichts erwiesen, es stimmen im Gegentheil die Cöcaldrüsen ganz mit den übrigen schlauchförmigen Drüsen des Dünn- und Dickdarmes überein, und ebenso ihr Sekret, welches alkalisch

reagirt. Es bleibt diese alkalische Beschaffenheit auch dann, wenn die Darmkontenta in das Cöcum eintreten und eine profusere Sekretion veranlassen; die saure Reaktion dieser Kontenta bildet sich hier nur deshalb, weil die gewöhnliche Nahrung fast immer Kohlehydrate enthält oder bei Fleischfressern hier lange Zeit Ueberreste zurückbleiben, welche zur Umwandlung in Milchsäure geeignet sind.

Das höchst variable Vorkommen des Blinddarmes weist schon darauf hin, dass seine Funktion keine sehr wesentliche sein mag, und dass auch an anderen Stellen des Darmes dieselbe ausgeführt werden könne. Mangel dieses Theiles oder besondere Kleinheit findet sich sehr gewöhnlich bei Fischen und Reptilien, sowie bei Fleischfressern, sowohl unter den Vögeln als Säugethieren. Aber auch bei entschiedenen Pflanzenfressern, wie den Siebenschläfern und Haselmäusen, überhaupt dem Genus Myoxus, ja selbst den Faulthieren, deren Nahrung aus grünen Pflanzentheilen besteht, fehlt dieser Theil, und es ist daher leicht erklärlich, wenn auch unter den Fleischfressern Vorhandensein und Mangel des Blinddarms sich so wenig genau an die Nahrungsweise bindet, dass z. B. die so besonders fleischfressenden Katzen einen, wenn auch kleinen Blinddarm besitzen, während er den mehr omnivoren Bären fehlt. Bei einigen pflanzenfressenden Beutelthieren bemerkt man eine geringe Entwicklung des Blinddarmes mit sehr komplizirter Magenbildung, bei den Wiederkäuern einen zwar grossen, aber gering entwickelten Blinddarm.

Man ist daher am meisten zu der Annahme berechtigt, dass in dem Blinddarme keine neue chemische Einwirkung auf den schon bedeutend extrahirten Speisebrei stattfinde, wohl aber durch den längern Aufenthalt eine Extraktion desselben beabsichtigt werde.

Von den Nahrungsmitteln.

So verschieden auch die von der Natur gebotenen Nahrungsmittel, welche jedes Wesen in Folge seines Instinktes aufzusuchen vermag, sich in ihrem Gehalte zeigen, so nahm man doch schon sehr früh ein nährendes Prinzip an, welches überall dasselbe sein sollte; so schon Hippokrates, Galen und Aetius. Später suchte man dieses nährende Prinzip genauer

zu bestimmen, und Stahl und später Lorry wollte dasselbe in dem gährungsfähigen Schleime gefunden haben. In neuerer Zeit nahm man den Stickstoff als das Nährende an, und bestimmte nach dem Gehalte an Stickstoff die Nahrungsfähigkeit der einzelnen Lebensmittel, so Magendie, Liebig, Boussingault und viele Andere. Es hat sich jedoch auch diese Annahme nicht konsequent durchführen lassen, und wenn auch der Stickstoff die wichtigste Rolle bei der Ernährung übernimmt, so sind doch die Verbindungen, in denen er eingeführt wird, von grosser Wichtigkeit, und es ist nothwendig zur Ernährung, dass noch andere Stoffe aufgenommen werden, wenn man auch davon absieht, dass der Körper nicht blos Stoffe zum Wachsthum und zur Wiedererzeugung aufnimmt, vielmehr auch zur Ermöglichung der verschiedenen Se- und Exkretionen.

Liebig nahm an, dass die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel allein den Wiederersatz bewirkten, die stickstofflosen aber lediglich zur Unterhaltung der Respiration dienten, und die Kohlensäure bei den Pflanzenfressern grösstentheils durch die stickstofflosen Nahrungsmittel erzeugt werde. Er nannte daher die ersteren plastische Nahrungsmittel, die letzteren Respirationsmittel. Es ist jedoch diese Annahme nach Frerichs ebenfalls nicht durchführbar, denn einerseits sind die stickstofflosen Nahrungsmittel, wie die Fette, zur Entwicklung der Zellen und der übrigen Vorgänge des plastischen Lebens nothwendig, andererseits tragen auch die stickstoffhaltigen Mittel zum Respirationsprozesse bei.

Nach Frerichs müssen die Nahrungsmittel alle Elemente enthalten, welche im Organismus vorkommen; denn es ist derselbe nicht befähigt, sich Elemente zu schaffen, oder eins derselben in ein anderes umzuwandeln. Ausser Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor hält er daher Natron, Kali, Kalkerde, Magnesia, Eisen, Chlor und Phosphorsäure für nothwendig, während Kieselerde und Fluor von untergeordnetem Werthe sind, und Mangan, Blei und Kupfer nur zufällige Beimischungen des menschlichen Körpers sind.

Es müssen ferner die Elemente der Nahrungsmittel in einer Weise verbunden sein, dass sie der chemischen Zusammensetzung des sie aufnehmenden Körpers entweder ganz entsprechen, oder doch durch einen einfachen Prozess ihm

ähnlich werden können. Die einfachen Elemente und ebenso die binären Verbindungen derselben geben keine Nahrungsmittel ab. Welche Anordnung der Elemente bei den nahrungsfähigen Verbindungen stattfindet, vermag die Chemie nicht nachzuweisen, im Allgemeinen sind jedoch nur die sogenannten indifferenten Stoffe anwendbar, und es können die bestimmt basischen oder sauren Verbindungen nicht als Nahrungsmittel betrachtet werden. Es steht hiermit im Allgemeinen die Abhängigkeit der Nahrungsmittel von den Verdauungssäften in Verbindung, indem fast nur die indifferenten Stoffe der Zersetzung durch dieselbe unterworfen sind.

In Bezug auf die elementäre Zusammensetzung der Nahrungsmittel muss man dieselbe hiernach in anorganische, Wasser, Salze, Alkalien, Erden und Metalle, und in organische, diese wieder in stickstoffhaltige und in stickstofflose eintheilen. Die als Nahrungsmittel gebräuchlichen Substanzen, die Speisen und Getränke, werden ihrer physiologischen Bedeutsamkeit nach am zweckmässigsten in animalische und vegetabilische unterschieden, welche Verschiedenheit auch im Wesentlichen mit ihrer elementaren Zusammensetzung übereinstimmt, über welche wir die Angaben Frerichs in Kurzem mittheilen.

Das W a s s e r ist zur Erhaltung des Kohäsionszustandes der festen und flüssigen Theile nothwendig, und der Verlust desselben, der durch Verdunstung und Sekretion in den Organismus stetig erfolgt, erfordert Wiederersatz durch Aufnahme neuer Flüssigkeiten, von denen der Ueberschuss sehr schnell wieder ausgeschieden wird. Nur durch Aufnahme sehr bedeutender Mengen scheint eine Beschleunigung des Stoffwandels herbeigeführt zu werden. Ganz reines Wasser würde jedoch niemals als Getränk genügen; das gewöhnliche Trinkwasser führt mineralische Bestandtheile in den Körper ein, die theilweise wenigstens ins Blut aufgenommen werden, wie das Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorkalcium und andere Kalksalze, und dadurch zum Ernährungsprozesse beitragen. Vielfach wird auch das Wasser in der Form der verschiedenen Getränke, die später angegeben werden, und mit den Speisen vermischt eingeführt.

Von den S a l z e n zeigen sich die Alkalien und Erden physiologisch verschieden; erstere finden sich vorzüglich in den Säften, letztere in den festen Bestandtheilen. Die Alka-

lien bestehen aus Natron und Kali, gebunden an Chlor und Phosphorsäure. Sie finden sich in sämmtlichen Flüssigkeiten, den Säften sowohl als den Sekreten. Eine genaue Quantitätsbestimmung ist noch nicht gelungen, jedoch herrscht im Blute das Natron, in der Flüssigkeit des Muskelfleisches das Kali bedeutend vor. Die Aufnahme von Kali erfolgt, indem fast alle organischen Substanzen dasselbe enthalten; das Natron wird mehr durch die Beimischung von Kochsalz zu den Speisen aufgenommen. Das phosphorsaure Alkali ist vorzüglich als Lösungsmittel der organischen Stoffe wirksam. Das Chlornatrium scheint im Blute in Verbindung mit dem Eiweiss das Zerfliessen der Blutkörperchenhülle zu verhindern, ist aber hauptsächlich eine Base, welche für die Zusammensetzung vieler animalischen Stoffe nothwendig ist. Direkte Untersuchungen von Plonvicz und Poggiale über die Zusammensetzung des Blutes vor und nach einem 3 Monate hindurch fortgesetzten Genusse von täglich 10 Grm. Chlornatrium zeigten eine beträchtliche Zunahme der Blutkörperchen und Salze. Boussingault fand jedoch, dass das Kochsalz in Bezug auf die Fleischerzeugung nicht den bedeutenden Einfluss hat, den man gewöhnlich annimmt (*Ann. de Chim. et Phys.* T. XXII, p. 116).

Unter den Erden sind die phosphorsaure Kalk- und Talkerde und das Eisenoxyd integrirende Bestandtheile, und die beiden ersteren finden sich fast in allen organischen Massen; sie sind fast immer an organische Stoffe, namentlich an eiweissartige Körper gebunden. Vorwiegend ist im Allgemeinen die phosphorsaure Kalkerde; in der Fleischflüssigkeit jedoch die phosphorsaure Magnesia; Kalkerde an organische Substanzen gebunden, kommt in geringer Menge vor. Das Eisen ist ein konstanter Bestandtheil des Hämatins und somit zur Blutbereitung nothwendig.

Die meisten unserer Nahrungsstoffe führen uns die genannten Erden und Metalle zu, ihre Aufnahme wird jedoch nur theilweise bewirkt, und namentlich geht der bei weitem grössere Theil der Erden durch die Exkremente aus dem Darmkanale wieder ab.

Unter den organischen Nahrungsstoffen sind besonders die eiweissartigen Körper von hoher Bedeutsamkeit. Sie finden sich sowohl im Pflanzenreich, als im Thierreich am weitesten verbreitet. Das Albumin, Kasein, Globulin und

Fibrin gehören hierher, welchen Stoffen man auch einen gemeinschaftlichen Grundstoff das Protein zugeschrieben hat Es bestehen dieselben aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff, in Verbindung mit Schwefel, und wahrscheinlich mit Phosphor und phosphorsaurer Kalkerde. Bei der bedeutenden physikalischen Verschiedenheit der genannten Stoffe, ist ihre Zusammensetzung dennoch überall dieselbe, aber es sind ihre wahre chemische Konstitution, sowie die Gesetze ihrer Umwandlung in der Bildung und Auflösung der Gewebe, ganz unbekannt.

Ihre Aufnahme erfolgt durch alle Speisen; sie sind in vollkommen reinem Zustande in Wasser unlöslich; zu ihrer Löslichkeit ist eine gewisse Menge freien Alkalis nöthig; auch die Mittelsalze, das Chlornatrium und besonders das phosphorsaure Alkali tragen zu ihrer Löslichkeit bei.

Mialhe und Pressat (*Compt. rend.*, t. 33, p. 450), haben über die Veränderungen eiweissartiger Körper im Organismus in neuerer Zeit folgende Angaben gemacht. Das reine unveränderte Eiweiss ist ein unlöslicher Körper, welcher nicht die Fähigkeit besitzt, endosmotisch durch normale Gewebe zu gehen. Dasselbe müsse zu diesem Endzwecke, durch den Einfluss der Gewebe, mit denen es in Berührung kommt, verändert werden. Es geht hierbei successive Modifikationen ein, und existire im Organismus in drei verschiedenen Zuständen: 1) Das normale, physiologische Albumin, eines der Hauptelemente des Blutes, identisch mit dem Albumin der Eier, unlöslich, nicht durch die Membranen gehend, fällbar durch Hitze und durch Salpetersäure, unlöslich in einem Ueberschuss dieser Säure. 2) Das amorphe käseartige Albumin, hervorgehend aus der ersten Umwandlung der albuminösen Nahrungsmittel unter dem Einflusse des Magensaftes, ein Uebergangsprodukt und dazu bestimmt, Albuminose zu werden. Es wird durch Hitze und Salpetersäure nur unvollständig gefällt, und der durch letztere Säure erhaltene Niederschlag löst sich in einem Ueberschusse derselben wieder auf. 3) Die Albuminose, das letzte Produkt der Umwandlung der eiweissartigen Nahrungsmittel durch den Akt der Digestion, ist löslich, endosmotisch, assimilirbar, und finde sich in allen thierischen Säften, dem Blute, der Milch, dem Speichel, dem Schweisse, Harne, aber in kaum bestimmbarer Menge; es liefere die Hauptelemente der Ernäh-

rung, es werde weder durch Siedhitze noch durch Salpetersäure gefällt, sondern nur durch jene Reagentien, die alle thierischen Stoffe anzeigen.

Diese drei Zustände des Albumins konstituiren eine und dieselbe Substanz, welche, indem sie sich modifizirt, neue Eigenschaften darbietet. Sie sind chemisch isomer, und die genaueste Analyse könne keinen Unterschied in ihrer Elementarzusammensetzung nachweisen. Krankhafte Zustände änderten das normale Verhalten der Flüssigkeiten und Membranen.

An die stickstoffhaltigen eiweissartigen Nahrungsmittel reiht sich die Gelatine an. Die Ansichten über ihre nährenden Eigenschaften sind verschieden. Dionis Papin schlug schon 1679 die Knochengallerte als Nahrungsmittel vor. Später im Jahre 1820 wurde das Interesse durch A. de Puymaurin wieder angeregt, und eine Kommission der französischen Akademie der Wissenschaften sprach sich günstig über die Gallerte aus. Im Jahre 1841 wurden jedoch neue Versuche unter Magendie angestellt, und das Resultat war ein ungünstiges. Claude Bernard und Barreswil fanden, dass die Gelatine mit Magensaft digerirt und in die Venen injizirt, stets im Harne gefunden wurde, was bei dem Eiweiss nicht stattfand. Dieselben Beobachter wollen auch die in den Magen eingeführte Gelatine in dem Harne wiedergefunden haben, was jedoch Frerichs nicht bestätigt fand. Liebig glaubt, dass die Gelatine zur Bildung von Zellen und Membranen verwandt werde, mit denen sie in ihrer Zusammensetzung übereinstimmt. Nach Mulder soll durch ihre Gegenwart im Blute der Umsatz der leimgebenden Gewebe vermindert werden, und sie so indirekt zur Erhaltung des Organismus beitragen.

Nach Frerichs ist die Bedeutung der Gallerte als Nahrung eine beschränkte, aber keine ganz zu übersehende. Da sie niemals als solche wieder ausgeschieden wird, so muss sie in eine Metamorphose eingehen. Er sah nach grossen Gaben Gallert den Harn stets sehr saturirt, sein spezifisches Gewicht stieg von 1018 auf 1030 bis 1034, Leucin und Glucin war nicht darin enthalten, dagegen der Harnstoff auffallend vermehrt. Sie gibt daher den grösseren Theil ihres Kohlenstoffes und Wasserstoff für die Respiration ab, während ihr Stickstoff in Form von Harnstoff austritt, und reiht sich so mehr den stickstofflosen Nahrungsmitteln an.

Die **stickstofflosen Nahrungsstoffe** können wiederum in zwei Hauptgruppen, die Fette und die Kohlehydrate, unterschieden werden, denen das Pektin anzureihen ist. Die Fette sind integrirende Bestandtheile des Organismus, manche Gewebe bestehen grösstentheils aus denselben, in geringer Menge erscheinen sie in fast allen Organen, und nehmen an deren Entwicklung Antheil; schon im rohen Blasteme finden sie sich, und bei der Entstehung der Zellen kombiniren sie sich mit den eiweissartigen Körpern. Ihre Ausscheidung wird in der Art bewirkt, dass sie durch Oxydation in Kohlensäure und Wasser übergehen, oder wo diese Oxydation unvollkommen stattfindet, in die sauerstoffreicheren Fettsäuren, Buttersäure, Caprylsäure u. s. w., und dann durch die Haut ausgeschieden werden.

Die Fettarten, welche im Organismus vorkommen, finden sich zum grössten Theile als solche in der Nahrung, oder werden durch leichte Umwandlung dieser erzeugt. Wo die Fettzufuhr der Menge des im Organismus vorkommenden Fettes nicht entspricht, kann man diesen Umstand nach Liebigs Versuchen dadurch erklären, dass auch andere Stoffe, namentlich die Kohlenhydrate, die Elemente zur Fettbildung liefern.

Lenz fand aus Versuchen über die Quantität des unter gewissen Bedingungen aufgenommenen Fettes, dass, wie früher Boussingault bei den Enten nachgewiesen, auch bei den Katzen auf ein bestimmtes Körpergewicht stets nur eine bestimmte Menge Fett in einer gegebenen Zeit aufgenommen werde. Die Menge desselben wechselte bei Katzen zwischen 0,6 und 0,9 Gramm auf 1000 Grm. des Thieres binnen einer Stunde.

Ueber den Einfluss des Pankreassaftes und der Galle bei der Aufnahme des Fettes ist oben gehandelt. Lenz fand, dass die angegebene Quantität nicht augenblicklich vermindert wurde, wenn der Zutritt dieser Flüssigkeiten gehemmt war, während bei längerer Dauer dieses Abschlusses die Aufnahme wesentlich vermindert wurde. Er will hiernach die Wirkung derselben nicht in ihrer emulsirenden Kraft suchen.

Die **Kohlenhydrate**, die Stärke- und Zuckerarten, welche in allen vegetabilischen Nahrungsmitteln in grösserer oder geringerer Quantität vorhanden sind, und daher in reichlicher Menge in den Organismus eingeführt werden, sind dennoch an und für sich keine bleibenden Bestandtheile der thie-

rischen Gewebe. Man nimmt allgemein den Zucker nur temporär in dem Sekrete der Brustdrüse oder pathologisch im Blute bei Diabetes mellitus an. Bernard (*de l'origine du sucre dans l'économie animale, Arch. gén.* 1848 Nov.) will jedoch aus Versuchen über die Zuckerbildung zu dem Resultate gelangt sein, dass sich im normalen Zustande sowohl im Blute als in der Leber der Menschen und der Thiere Traubenzucker befinde, dass die Bildung dieses Zuckers in dem Thiere nach der Geburt, d. h. mit der direkten Zufuhr von Nahrungsmitteln beginne, eine Funktion der Leber sei und mit der Durchschneidung des Nerv. preumogastricus aufhöre, und unabhängig von Amylon oder zuckerhaltigen Nahrungsmitteln sei. Bei Vögeln und Säugethieren enthält das Blut am meisten, bei Amphibien wenig und bei Fischen gar keinen Zucker. Auch Baumert hat den Zuckergehalt der Leber nachgewiesen. Die Metamorphosen der Kohlenhydrate bei ihrer Aufnahme in den Organismus sind bedeutend. Die Stärke wird durch schwefelsäurehaltiges Wasser beim Kochen in eine in Wasser lösliche Substanz, das Dextrin, umgewandelt, und bei längerer Einwirkung von Schwefelsäure oder durch Gährungsvorgänge geht sie in Traubenzucker über. Unter dem Einflusse der Verdauungsflüssigkeiten geht sie in dieselben Metamorphosen ein. Was den Zucker betrifft, so soll nach Bouchardat und Sandras der Rohrzucker unter dem Einflusse der Verdauungsflüssigkeiten in Traubenzucker übergehen, was jedoch von Andern geläugnet wird. Ist der Traubenzucker in grosser Menge vorhanden, so kann ein Theil durch den Harn unverändert abgehen, in der Regel aber wird er durch die Gährungsprozesse umgewandelt, welche stickstoffhaltige Körper, deren Elemente in Umsetzung begriffen sind, wenn sie mit demselben in Berührung kommen, veranlassen. Je nach der Verschiedenheit dieser Stoffe bildet sich entweder die weinige oder schleimige Gährung; die Produkte der ersteren sind Weingeist und Kohlensäure, die der letzteren Milchsäure, Mannazucker oder Mannet und eine gummiähnliche Masse. Bei stärkerer Einwirkung des Gährungsstoffes tritt die Buttergährung unter Bildung von Kohlensäure, Wasserstoff und Buttersäure auf, so dass hier ein Uebergang zu den fetten Stoffen stattfindet.

Die Cellulose, welche als materielle Grundlage der

Zellen in allen Pflanzentheilen vorkommt, und dem Stärkemehl verwandt ist, zeigt, wenn ihre chemische Zusammensetzung auch überall gleich erscheint, dennoch ein verschiedenes Verhalten, je nach dem Zustande, in welchem sie sich vorfindet. In jungen Pflanzenzellen färbt sich die Cellulose, wie die Stärke, durch Jod blau; bei älteren Zellen tritt diese Bläuung erst nach der Befeuchtung mit konzentrirter wasserhaltiger Schwefelsäure, oder auch selbst nach dieser nicht ein. Ebenso ist auch das Verhalten der Cellulose zu den Verdauungssäften verschieden; stark verholzte Zellen können den ganzen Nahrungskanal unversehrt durchsetzen.

Die Cellulose geht mit Schwefelsäure zusammengerieben in Dextrin und dann durch mehrstündiges Kochen in Traubenzucker über. Dasselbe findet mit dem Pflanzenschleim, aber nicht mit dem Gummi statt, welche beide als Nahrungsstoffe von geringerer Bedeutung sind.

Bedeutender ist das Pectin, eine Materie, welche in vielen Pflanzentheilen, besonders im Mark der fleischigen Früchte und der Wurzeln, in grösserer Menge abgelagert, jedoch in seiner Zusammensetzung und seinen Metamorphosen noch wenig bekannt ist. Es reiht sich den Kohlenhydraten an, findet sich in unreifen Früchten im unlöslichen Zustande, geht aber während des Reifens in eine lösliche Substanz über, welche auch künstlich durch Kochen der unreifen Früchte mit verdünnten Säuren erzeugt werden kann.

Die hier genannten Stoffe sind die wichtigsten Grundstoffe der Nahrungsmittel, die durch sie ihre nährende Kraft erhalten.

Es ist schon oben angegeben, dass in physiologischer Bedeutung die Nahrungsmittel am zweckmässigsten in animalische und vegetabilische eingetheilt werden. Wir erkennen die Verdauungsorgane der verschiedenen Thierarten, je nachdem sie mehr auf die animalische oder vegetabilische Kost angewiesen sind, verschieden, und finden als allgemeine Regel, dass bestimmte Thierklassen sehr bestimmt an gewisse Nahrungsquellen gebunden sind, wenn auch unter besonderen abweichenden Verhältnissen in einzelnen Fällen eine andere Nahrungsweise ertragen wird, was dadurch erklärlich, dass das eigentliche Nahrhafte in allen Naturprodukten, wie dargethan, weniger verschieden ist, als man es früher annahm.

Wir werden später, bei der Beschaffenheit der Verdauungsorgane und deren Thätigkeit, auf diesen Gegenstand nochmals zurückkommen.

Die animalischen Nahrungsmittel enthalten vorzugsweise die stickstoffhaltigen Verbindungen, doch sind in ihnen auch die stickstofflosen, und zwar fast ausschliesslich in der Form der Fette, enthalten. Sie enthalten zur Verdauung und Assimilation nicht geeignete Substanzen nur im geringeren Grade, und die vorkommenden sind meist schon im Groben zu sondern. Indessen ist ihr Nutritionswerth nach Frerichs nicht so hoch, als man bei ihrem Reichthume an eiweissartigen Stoffen annehmen sollte. In den vegetabilischen Nahrungsmitteln, welche eine grössere Mannigfaltigkeit des Gehaltes zeigen, sind die stickstofffreien Verbindungen im Verhältniss zu den stickstoffhaltigen vorwaltend. Letztere sind nur in einzelnen Theilen der Pflanze vorhanden, namentlich in den Samen verschiedener Pflanzen, in den Hülsenfrüchten und Cerealien. Neben den zur Assimilation geeigneten Stoffen finden sich hier fast überall unauflösliche oder auflösliche, nicht assimilirbare Substanzen, namentlich in den grünen Pflanzentheilen, dem Holze u. s. w.

Unter den animalischen Nahrungsmitteln sind das Fleisch und die Milch die wichtigsten. Ueber die chemischen Verhältnisse des Fleisches verweisen wir auf das *Handbuch der physiologischen und pathologischen Chemie.* Die Nahrungsfähigkeit wird durch seinen Gehalt an eiweissartigen Stoffen, an Fett, und durch die Verbindung derselben mit den Salzen bestimmt. Der Gehalt an Eiweissstoffen beträgt zwar 18 Prozent, jedoch kommen nur 2 Theile hiervon in einem leicht löslichen Zustande vor, während 16 Theile, die Fasern, nur theilweise verdaut werden. Das Fleisch junger Thiere ist in diesen Beziehungen verdaulicher, und ebenso wird die Löslichkeit durch Mazeration in Essig und durch Aushängen an die freie Luft vermehrt, es bleibt indessen noch ein grosser Theil der Fasern unverdaut. Ein Zusatz von Kochsalz wird zur Auflöslichkeit der Fleischsalze, welche meistentheils aus Kali bestehen, nothwendig. Die Fleischbrühe, welche von dem geronnenen Eiweiss grösstentheils befreit ist, enthält Milchsäure, Inosinsäure, Glutin, Proteintritoxyd, Kreatin, Kreatinin und ungefähr $^1/_4$ des festen Rückstandes an Aschenbestandtheilen.

Sie wirkt daher weniger stoffersetzend, vielmehr bethätigt sie durch ihre Uebereinstimmung mit dem Magensafte die Verdauung und wirkt als Reiz belebend. Bei dem Braten des Fleisches, bei welchem alle nährenden Bestandtheile desselben erhalten werden, wird ausserdem durch eine leichte Verkohlung eine die Verdauungsorgane erregende Substanz gewonnen.

Je nach den Verhältnissen der genannten Bestandtheile differiren die einzelen Fleischarten in ihrer Nährungsfähigkeit. Das Fleisch des Wildes, des Geflügels und der älteren Thiere enthält mehr extraktive Materie mit Keratin u. s. w. und es wirken diese daher belebender und erregender. Das Fleisch der Fische ist weniger nährend, als das der Säugethiere; das Fleisch der Krustazeen, Krebse u. s. w. ist kräftig nährend und erregend, aber wegen starken Fettgehaltes unverdaulich. Die Austern, Miessmuscheln und Schnecken enthalten reichlichen und leicht löslichen Nahrungsstoff.

Ausser dem Fleische werden von den Thieren das Gehirn und einige drüsige Organe als Nahrungsmittel genossen; sie enthalten zwar viel Albumin, werden aber bei der Koagulation desselben sehr fest und deshalb schwer verdaulich, zumal sie die erregenden Bestandtheile des Fleisches nicht enthalten.

In dem Eie zeigen sich die zum Wiederersatz geeigneten Elemente am meisten konzentrirt, und es erscheint dasselbe daher als eines der vorzüglichsten Nahrungsmittel, besonders wenn das Eiweiss desselben sich im leicht löslichen Zustande befindet. Indessen gehen ihm die die Verdauung belebenden Substanzen des Fleisches mehr ab.

Die Milch, welche in der Säuglingsperiode die alleinige Nahrung konstituirt, enthält alle Bedingungen zur Ernährung in natürlicher Verbindung. Ihr Käsestoff vertritt die Eiweisskörper, ihr Milchzucker die Kohlenhydrate, ihre Butter die Fette, und ihre Aschenverbindungen die nöthigen Mineralkörper. Sie zeigt in dem Verhältniss ihrer Bestandtheile sich bei den verschiedenen Thierklassen und zu den verschiedenen Zeiten der Laktationsperiode verschieden, und zwar den Ernährungsanforderungen der Thiere entsprechend, welche speziellen Verhältnisse wir hier übergehen müssen.

Das Blut wird selten als Nahrungsmittel gebraucht, und ist auch, obgleich es alle Bestandtheile der organischen Mischungen enthält, zur Ernährung wenig geeignet. Nach Va-

lentin mögen die geronnenen Faserstoffmassen schon manche Hindernisse herbeiführen, und der verhältnissmässig geringe Fettgehalt des Blutes die stickstoffhaltigen Bestandtheile zu sehr vorherrschen lassen.

Unter den vegetabilischen Substanzen nehmen die Cerealien den wichtigsten Platz ein, welche in ihrer Zusammensetzung die grösste Analogie mit der Milch zeigen. Das Eiweiss ist zum grössten Theil in dem Pflanzenfibrin, ein kleiner Theil auch in dem Pflanzenalbumin enthalten. Der Pflanzenleim entspricht am meisten dem Käsestoffe. Ausser diesen Hämatogeneten kommt ihr Amylumgehalt in Betracht; weniger bedeutend sind die fettigen und harzigen Bestandtheile, dahingegen die anorganischen Stoffe bedeutender erscheinen. Die Cellulose der reifen Getreidesamen wird fast gar nicht verwandt. Die einzelnen Getreidearten zeigen sich je nach den Verhältnissen ihrer Bestandtheile verschieden, und ihr Ernährungswerth ist nach ihrem Gehalte an Proteinstoff zu bestimmen, in welcher Beziehung der Weizen oben an steht.

Behufs des Genusses der Cerealien werden zunächst die unverdaulichen Epidermishüllen entfernt und der Same zermalmt und in Mehl verwandelt. In der häufigsten Anwendung als Brot wird dann das Mehl in dem Gährungsprozesse zu einer porösen Substanz umgewandelt. Diese Gährung wird, wenn sie einen bestimmten Grad erreicht hat, durch grössere Hitze unterbrochen. Der Kleber wird hierdurch zu einer festen Masse, die Stärkemehlkügelchen werden gesprengt und zum Theil in Gummi verwandelt. An der Oberfläche entsteht eine brenzliche Substanz, die Rinde.

Der Mangel an Chlormetallen und die Armuth an Natron bei den Cerealien macht den Zusatz von Kochsalz nothwendig.

Die Leguminosen, die Erbsen, Bohnen u. s. w. verdanken ihren Nutritionswerth hauptsächlich dem Legumin, einer dem Kasein der Milch nahekommenden Materie, und ist derselbe im Allgemeinen um $\frac{1}{3}$ höher, als der der Cerealien. Ausserdem enthalten sie das Amylum, Cellulose, und unter den unorganischen Bestandtheilen walten die Alkalien und die Schwefelsäure vor. Der Gehalt an Phosphorsäure ist ungefähr um $\frac{1}{10}$ kleiner, als beim Weizen und Roggen. Ihnen schliessen sich

die fettreichen Samen, die verschiedenen Arten von Nüssen und Mandeln an.

Die Kartoffel, die wichtigste Nahrung des armen Volkes, hat nur einen sehr geringen Nutritionswerth. Der Eiweissgehalt ist viel zu gering, 1 bis 1½ Prozent, um den Anforderungen des Organismus zu genügen. Dahingegen ist der Gehalt an Kohlenhydraten verhältnissmässig sehr bedeutend, so dass sie neben Fleischnahrung eine zweckmässige Verwendung finden. Die anorganischen Bestandtheile sind nicht sehr günstig; der Natron- und Chlorgehalt ist gering, und die Phosphorsäure in der Asche nur unbedeutend, ungefähr ¼ der Menge die sich in den Cerealien findet.

Zu den Nahrungsmitteln, welche Pektin, in der Regel in Verbindung mit Zucker, Pflanzensäuren und Salzen und geringen Mengen eiweissartiger Körper enthalten, gehören die Möhren, Mohrrüben, Pastinaken, rothe Rübe, weisse Rübe, der Kohlrabi und die Obstarten. Sie enthalten zwar im Allgemeinen mehr Eiweiss als die Kartoffel, aber viel weniger Kohlenhydrate, und in der Asche nur die Hälfte der Quantität der Phosphorsäure. Ihr Nutritionswerth ist also geringer, als der der Kartoffeln. Besonders sind in den Obstarten eiweissartige Stoffe nur spärlich enthalten, während das Amylum gänzlich fehlt.

Die grünen krautartigen Nahrungsmittel enthalten in den Saftgefässen eine Flüssigkeit, das Kambium, eine hauptsächlich stickstofffreie Verbindung, der Cellulose sich nähernd, aus Dextrin, Gummi, Zucker und wenig Eiweiss bestehend. Die Zellenwände bestehen in jungen Pflanzen aus Cellulose, welche dem Amylum noch sehr nahe steht, in älteren Pflanzen erscheinen sie schwer löslich. Ihre Armuth an Eiweiss, an Kohlenhydraten stellt ihren Nutritionswerth sehr gering, und werden sie auch in der Regel nur unvollkommen verdaut.

Was die Getränke betrifft, so haben wir den Nutzen des Wassers schon oben angegeben. Insofern dasselbe in den Speisen enthalten ist oder mit diesen vermischt wird, kommt es nur als Verdünnungs- oder Auflösungsmittel in Betracht, welches übrigens nicht allein den Aggregatzustand, vielmehr auch den Chemismus der Nahrungsmittel vielfach modifizirt. Die eigentlichen Getränke, welche der Mensch als solche auswählte, sind entweder Pflanzenaufgüsse, von denen der Thee

und der Kaffee am meisten verbreitet sind, oder es sind die gegohrenen, alkoholartigen Getränke.

Der Thee und der Kaffee enthalten eigenthümliche Pflanzenbasen, das Thein und Koffein, ausserdem ätherisches Oel und Gerbstoffe. Da diese Pflanzenbasen viel Stickstoff enthalten, so hat man ihren Nutritionswerth hoch anschlagen wollen. Indessen gehen die Pflanzenalkaloide nicht in den Nutritionsprozess ein, werden vielmehr in veränderter oder unveränderter Form bald wieder ausgeschieden. Das Koffein wird, wahrscheinlich zunächst in Alloxan umgewandelt, als Harnstoff ausgeschieden.

Wichtiger bei diesen Getränken ist die erregende Wirkung, die beim Thee vom ätherischen Oele, beim Kaffee vom brenzlichen Arom, hauptsächlich aber von dem Pflanzenalkaloide ausgeht, und durch welche sie auf das vegetative Leben einwirken. Der Thee wirkt besonders auf die Gehirnthätigkeit, während der Kaffee mehr die Gefässnerven und die Blutbewegung modifizirt.

Der zur Chokolade benutzte Kakao wirkt wahrscheinlich durch sein Eiweiss, seine Stärke, sein Oel, die Kakaobutter, und das in ihm enthaltene Alkaloid, Theobromin, welches 35% Stickstoff enthält.

Die gegohrenen Getränke wirken hauptsächlich durch den Gehalt an Alkohol, der in den Branntweinarten in verschiedener Quantität vorhanden und mit geringen Mengen der beigemischten Stoffe verbunden ist, in den Weinen aber sich in stärkerer Verdünnung und in Verbindung mit Zucker, Gummi, Extraktivstoffe, freier Essigsäure, saurem weinsteinsauren Kali, weinsteinsaurem Kalk, weinsteinsaurer Kalithonerde, schwefelsaurem Kali und Chlornatrium vorfindet. In den moussirenden Weinen ist zugleich freie Kohlensäure, in den rothen Weinen Gerbestoff und Farbestoff enthalten. Der Alkoholgehalt variirt hier von 8—24 Volumprozenten. Das Bier ist an Alkohol nur arm, 0,75—8 Prozent, dagegen enthält es Malzextrakte, 4—8 Prozent, aus Stärkegummi und Kleber bestehend, freie Kohlensäure, ätherische Oele und andere lösliche Theile des Hopfens.

Der Alkohol wird, wenn er in mässiger Menge in den Organismus eingeführt ist, durch den Oxydationsprozess vollständig entfernt. In grösseren Mengen eingeführt, geht ein Theil in Essigsäure über. Bouchardat und Sandras fanden,

dass die geistigen Getränke in dem Magen und Darmkanal keine Veränderung erleiden, dass sie aber ziemlich rasch durch die Venen des Magens und nur bei grosser Menge oder bei Zumischung von Zucker auch durch die der Eingeweide absorbirt werden. Die Chylusgefässe saugen dieselben nicht auf, und sind sie mit fetten Substanzen vermischt, so wird noch der Chylus reichlich absorbirt. Der Chylus enthält im letztern Falle nur Spuren von Alkohol. In die Zirkulation aufgenommen, verdampft nur eine geringe Menge Alkohol durch die Lungen, aller übrige wird schnell oxydirt in Kohlensäure und Wasser, und nur wenig als Zwischenprodukt in Essigsäure verwandelt. Durch den Harn geht kein Alkohol unverbrannt aus dem Organismus. Bei übermässigem Genusse nimmt das arterielle Blut die Farbe des venösen an, und es kann Asphyxie entstehen. Wird Alkohol gleichzeitig mit Dextrin oder Glucose genossen, so wird er viel schneller als diese letztere verbrannt (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXI, p. 448.). Aus der Beziehung des Alkohols zum Oxydationsprozess lässt sich sein Einfluss auf Wärmeentwicklung und Fettbildung erklären, sowie sein Wasserstoffgehalt die Abnahme der Kohlensäureexhaltation darthut. Ueberdiess kommt seine Reizung der Darmschleimhaut, die Einwirkung des mit Alkohol beschwängerten Blutes auf die Nerven und die Bildung von Essigsäure im Blute in Betracht.

Die Wirkung der einzelnen Getränke ist nach dem verschiedenen Alkoholgehalte und der Beimischung der anderweitigen Stoffe zu bestimmen.

Formen und Thätigkeit der Verdauungsorgane.

Je nachdem das Thier auf vegetabilische oder animalische Nahrung angewiesen, zeigen sich die Verdauungsorgane verschieden. Zu letzterer Nahrung sind unter den Wirbelthieren ein Theil der Säugethiere und Vögel, verhältnissmässig mehr Amphibien und noch in höherem Grade die Fische angewiesen. Weitere Verschiedenheiten sind durch die besonderen Arten der Nahrungsmittel gegeben. Am deutlichsten sprechen sich dieselben in dem Bau des Gebisses aus; die Kieferbildung, die Zahnbildung und die Muskulatur entsprechen hier der aufzunehmenden Nahrung; die spezielle Darlegung dieser Ver-

schiedenheit gehört jedoch der vergleichenden Anatomie und Physiologie an. Bei dem Menschen kommen drei Arten der Zähne, die Schneide-, Eck- und Backzähne vor. Der Schneidezahn, dessen Kronenende messerartig gebildet ist, eignet sich zum Abbeissen der festen Massen, die Eckzähne wirken vermöge der spitzen Form ihrer Krone keilförmig, während die Backzähne breite gefurchte Kauflächen darstellen, welche zum Zerdrücken und Zermalmen geeignet sind. Der Unterkiefer wird gegen den unbeweglichen Oberkiefer angedrückt, wobei die obere und untere Zahnreihe der symmetrisch gelagerten Zähne gegen einander wirken, die Schneidezähne also scheerenartig, die Eckzähne wie in entgegengesetzter Richtung zusammentretende Keile und die Backzähne wie Druckflächen gegen einander wirken. Für die Kaumuskeln ist der unbewegliche Schädel der feste Anhaltspunkt und beschränkt sich deren Wirkung hauptsächlich auf Hebung und Senkung des Unterkiefers, während die Bewegung nach vorn und zur Seite nur von untergeordnetem Werthe ist. Die Zähne des Menschen sind vor denen der Thiere besonders dadurch ausgezeichnet, dass die eines jeden Kiefers eine einzige dichtgedrängte Reihe ohne alle Lücken bilden und dass kein Zahn sich der Höhe nach merklich über die Reihe der übrigen erhebt.

Die Mundhöhle, in welcher die Zerkauung der Speisen stattfindet, zeigt bei den Säugethieren sich von den übrigen Luftathmern mit alleiniger Ausnahme der Krokodile, verschieden. Während überall schon im Bereiche der Mundhöhle die Luftöffnungen, welche die Luft aus der Nase durch den Speisekanal in die Luftröhre führen, sich befinden, sind diese bei den Säugethieren hinter die Mundhöhle verlegt, und die Mundhöhle durch das Gaumensegel abgegrenzt. Es ist dadurch eine Anfüllung der Mundhöhle mit Speisen ohne Störung des Lufteintrittes in die Respirationsorgane möglich. Durch die bei Säugethieren meist fleischige, breite, bewegliche Zunge und durch die von Aussen die Zähne umschliessenden Backen und Lippen können dieselben die Speisen kräftig und bestimmt in Bewegung setzen, sie zwischen die Zähne bringen, hier fixiren und leicht weiter treiben.

Die Funktionen der Zunge sind mehrfach; vielen Thieren dient sie als Geschmackssinn, wie weit sich in der Thierreihe diese Funktion erstreckt, ist nicht bestimmt dargethan, weil

zur Untersuchung oft die nöthigen Anhaltspunkte fehlen; anderen Thieren dient sie zur Entgegennahme der Nahrung, so scheint die mit rauhen Spitzen besetzte Zunge des Rindes beim Grasfressen allemal einen Bisssn Gras gegen den zahnlosen Vordertheil des Oberkiefers zu drücken, und dann werden die Schneidezähne des Unterkiefers gegen dieselbe Stelle gedrückt; die Ameisenfresser bringen die Zunge den Ameisen in den Weg und führen die daran hängenden Thiere in das Maul; die Giraffe umschlingt mit der Zunge kleine Baumzweige und führt sie in das Maul; bei den Fledermäusen ist die Zunge zum Saugen besonders ausgebildet; Aehnliches findet sich bei vielen Vögeln und Amphibien, beim Chamäleon u. s. w.; sehr häufig wird die Zunge zur Einführung von Flüssigkeiten in die Mundhöhle benutzt, wie dieses beim Hunde stattfindet.

Eine Hauptaufgabe der Zunge ist die der Bewegung, sie wird durch den reichen und vielfach verwebten Muskelapparat hierzu befähigt. Da sich der Zungenmuskel an keinen Knochen ansetzt, so kann er sehr verschiedenartig wirken; die übrigen Muskeln setzen sich an feste, aber nicht ganz unbewegliche Theile, den Unterkiefer und das Zungenbein, so dass auch hier kombinirte Verhältnisse auftreten. Zunächst vermag die Zunge die aufgenommene Nahrung im Munde in die gehörige Lage gegen die Zähne zu bringen, nachdem sie hier gehörig verkleinert ist, wird die gekaute Masse durch den Druck der Wangen nach der Zungenoberfläche geführt und diese leitet sie nach hinten, wobei sich ihr Vordertheil gegen den harten Gaumen stemmt, um den Rückgang nach vorn unmöglich zu machen, und um die Bewegung nach hinten zu vollenden, die Zungenoberfläche immer mehr von vorn nach hinten an den harten Gaumen anlegt. Findet sich jedoch in den Speisen etwas Ungeeignetes, so vermag die Zunge hier dasselbe zu entfernen, und nach vorn zu stossen. Durch die weiteren Zungenbewegungen nach hinten gelangen die Speisen unter dem weichen Gaumen in den Schlundkopfraum, durch welchen hindurch sie in die Speiseröhre treten sollen.

Der Durchgang der Speisen durch die Mundhöhle ist lediglich als ein willkürlicher Bewegungsakt anzusehen, sowie aber die Speisen in den Schlundraum treten, erfolgt zwar ihre weitere Leitung unter der Mitwirkung von willkürlichen Muskeln,

die Bewegung erfolgt aber unwillkürlich als Reflexbewegung, und stellt den Akt des Schluckens dar. Es ziehen sich bei diesem die vorderen Gaumenbogen weiter nach aussen zurück, während sich die hinteren koulissenartig nach innen vorschieben. Die Oeffnung zwischen den hinteren Gaumenbogen verschmälert sich dabei und verschwindet gänzlich, da das Zäpfchen die übrig bleibende Lücke ausfüllen hilft, während die vorderen, nach aussen weichenden Gaumenbogen die zwischen ihnen befindliche Oeffnung erweitern und einen grossen Theil der Oberfläche der Mandeln entblössen. Indem nun der Gaumenvorhang sich stärker nach hinten neigt, oder der entgegenkommenden Hinterwand des Schlundes sich nähert, welche die Spitze des Zäpfchens berührt, so entsteht eine nach unten und hinten geneigte Scheidewand, die den untern Schlundkopfraum von dem obern scheidet und für die Speisen und Getränke den Weg nach der Speiseröhre darstellt. Es werden hierbei zugleich die in dem Schlundkopfraum vorhandenen Oeffnungen, in welche die Speisen nicht eindringen, geschlossen. Die Mündungen der Eustachischen Trompete kommen ihrer Lage und Kleinheit wegen fast gar nicht in Betracht. Die Choanen werden durch die veränderte Lage des weichen Gaumens geschützt. Der Kehldeckel legt sich schon bei der Zungenbewegung, die den Bissen nach dem Schlundkopfraum hinüberschiebt, auf die Stimmritze, welche sich zugleich verengt.

Die Durchführung der Speisen durch den Schlundkopfraum erfolgt durch die Thätigkeit der Constrictores pharyngis, welche sie in die Speiseröhre einbringen.

Die Speiseröhre, durch welche hindurch die Speisen zum Magen geführt werden, hat je nach der Länge des Halses und Brustkastens eine verschiedene Länge und meist eine gerade Richtung. Eine bestimmtere Beziehung zu ihrer Funktion wird durch die Weite derselben gegeben. Bei Thieren, welche die Nahrung in verkleinertem Zustande geniessen, z. B. bei Nagern und Krautfressern, ist sie enger und weniger stark muskulös; während sie bei den eigentlichen Raubthieren, den ächten Schlangen und Haifischen sehr weit und mit Ausnahme der Schlangen sehr dick ist. Diese stärkere Muskulatur ist zur Fortschaffung grösserer Bissen nothwendig. Nur bei den Schlangen sind die Wände äusserst dünnhäutig, es sind aber

hier anderweitige Vorrichtungen zur Herabführung der Speisen, bei welcher wahrscheinlich auch die Muskeln der äusseren Körperwandungen mitwirken, vorhanden.

Bei Vögeln kömmt häufig eine unter dem Namen Kropf bekannte Erweiterung der Speiseröhre vor, in welcher Nahrungsstoff angehäuft werden kann. Interessant ist besonders der Kropf der Tauben, an welchem sich der Drüsenapparat zur Zeit des Auskriechens der Jungen sehr entwickelt und eine breiige Masse absondert, welche zur Ernährung der Jungen verwandt wird.

Die Muskeln der Speiseröhre sind bei den Nagethieren durchgängig der Länge, wie der Quere nach gestreifte animalische Muskeln, bei den Vögeln dagegen durchgehends ungestreifte organische Muskeln, bei Katzen und Hunden sind es theils animalische, theils organische Muskeln. Nach dieser Verschiedenheit gehen auch die Bewegungen rascher oder langsamer von Statten, immer aber ist diese eine wurmförmige, nach hinten zu fortschreitende, peristaltische, wie sie in den Därmen sich wiederfindet. Die Muskelfasern bewirken zunächst von dem obern Ende des Rohres eine Verengerung, die dann auf die tiefer gelegenen Muskeln übergeht, wobei dann die oberen Muskelschichten wieder nachlassen. Hierdurch, mit Unterstützung von Zusammenziehungen der Länge nach, wird die Bewegung der Speisen nach unten hin ausgeführt.

Die Stelle, wo diese Art der Bewegung, die verschieden von der Schlundbewegung ist und mit der Darmbewegung übereinstimmt, beginnt, findet sich bald höher, bald tiefer gelagert. Bei Fröschen und Vögeln findet man sie oben am Schlunde, bei manchen Säugethieren unten am Uebergang in den Magen. Bei dem Erbrechen nimmt auch die Speiseröhre eine entgegengesetzte antiperistaltische Bewegung an.

Die Bewegungen der Speiseröhre werden durch den freien Stamm des herumschweifenden Nerven, den Wurzeln von diesem und denen des Beinerven und dem verlängerten Marke nebst dem angrenzenden obersten Theile des Rückenmarkes bedingt. Es reicht der Vagus einer Seite zu den wurmförmigen Bewegungen hin.

Der Magen, in welchen die Speiseröhre mitunter scharf abgrenzt, so bei Säugethieren, mitunter unmerklich übergeht, und in dessen Raume der wichtigste Theil der Verdauung

stattfindet, zeigt vielfache Verschiedenheiten in der Form und der Beschaffenheit der Theile. Bei den Vögeln zerfällt er fast durchweg in zwei deutlich an Bau verschiedene Theile, deren einer oft nur als mässige Erweiterung der Speiseröhre erscheint, sich aber durch seinen anatomischen Bau als Magentheil bekundet, denn seine Wandung enthält stets dichtgedrängte grosse Drüsenschläuche. Auf diesen Drüsen- oder Vormagen folgt dann der Haupt- oder Muskelmagen, dessen Wandungen fleischig und oft so dick sind, dass der äusserlich ansehnliche Magen doch nur eine kleine Höhle hat, besonders bei den Vögeln, welche sich an Pflanzenkost halten, da die Wirkung dieses Magentheiles wesentlich eine mechanische ist; man findet daher hier auch Hornplatten, oder instinktartig das Verschlucken von Steinen, um die mechanische Verkleinerung des Futters zu befördern. Der Dünndarm setzt sich bei Vögeln gewöhnlich nahe rechts der Speiseröhre an diesen muskulösen Magen an, so dass ein sehr plötzlicher Uebergang stattfindet. Bei einigen fleischfressenden Vögeln findet sich, dem Beginne des Dünndarmes entsprechend, eine Art von drittem Magen, dessen Funktion nicht bekannt; er findet sich auch am Magen des Krokodills, welcher im Uebrigen dem Magen der fleischfressenden Vögel nahe steht.

Bei den Säugethieren kommen die einfachen Magenformen besonders unter den Thieren gemischter oder rein animalischer Nahrung vor. Der Magensack bildet sich beim Eintritte der Speiseröhre, nach rechts davon verengt sich der Magen mehr oder weniger allmälig gegen den Dünndarm, von welchem er durch einen Ringmuskel und eine Schleimhautwulst, Pylorus, geschieden ist. Dieser lässt nur die durch die Verdauung verarbeiteten Massen durch. Die Formen des Magens zeigen sich übrigens bei ganz nahe stehenden Thieren sehr verschieden, er ist bald länger, kürzer, gestreckter u. s. w., immer aber wölbt sich von der Einmündung der Speiseröhre ein Theil des Magens zu dem sogenannten Blindsack hervor, der jedoch selbst die grössten Verschiedenheiten darbietet.

Schon bei den einfachen Mägen, z. B. der Menschen, der Raubthiere und mancher Affen, zeigen sich die Erweiterungen und Abschnürungen des Blindsackes variirend; eine bedeutendere Differenz, besonders ausgezeichnet bei Ratten, zeigt sich in der Art, dass der Magen durch eine scharfe, von der

Cardia vorn und hinten herablaufende Grenzlinie, in einen eigentlichen, mit dicker, weicher Schleimhaut versehenen Magen und einen bedeutenden Blindsack geschieden ist, dessen innerste Membran viel dünner ist. Es ist dieser hier als Vorrathsraum anzusehen, welcher seinen Inhalt allmälig in den eigentlich verdauenden Theil des Magens schiebt.

Stärkere Differenzen erfolgen dann durch wahre Einschnürungen, welche zwei oder mehrere Abtheilungen des Magens, die nur durch enge Oeffnungen zusammenhängen, darstellen; ohne dass jedoch eine solche Verschiedenheit in dem Baue vorhanden wäre, dass man diesen Theilen eine verschiedene Funktion zuschreiben könnte. Schon bei Affen und Fledermäusen, mehr noch bei den Nagern kommen Mägen dieser Art vor. Bestimmter treten sie bei den Cetaceen, Faulthieren, Pachydermen und den Wiederkäuern auf. Die letzteren sind von besonderem Interesse, es tritt bei ihnen der Inhalt der ersten Mägen nicht in die folgenden unmittelbar über, derselbe muss vielmehr erst wieder in das Maul gelangen und dort abermals umgekaut werden und geht dann erst in die Verdauungsabtheilung über. Ihr Magen besteht aus vier Abtheilungen, welche nicht nur der Form nach von einander gesondert, sondern auch in der Struktur und der Beschaffenheit ihrer inneren Oberfläche verschieden sind. Die ersten zwei Mägen, der grössere Pansen- und der kleinere Netzmagen, sind in ihrer Funktion nicht wesentlich verschieden. Sie besitzen beide ein derbes Epithelium, in dem zweiten verlaufen aber zahlreiche erhöhte Kanten; der erste hat konische Hervorragungen auf seiner Innenfläche. Beide sind Behälter, welche das Thier auf der Weide füllt, um später gehörig zu verdauen.

Bei dem ersten Niederschlucken treten die Speisen in die ersten Mägen, während die wiedergekauten Speisen in die folgenden Mägen gelangen. Es hört zu diesem Behufe die Speiseröhre bei ihrer Oeffnung in den ersten Magen nicht sogleich völlig auf, läuft vielmehr noch an dessen Innenrand in Form einer Rinne oder Halbröhre bis zum dritten Magen fort. Bei dem ersten Niederschlucken treten die Speisen aus der offenen Seite der Rinne in den ersten und zweiten Magen. Durch Muskelfasern in dem freiem Rande der Rinne kann sich die Halbröhre schliessen, und es würde eine direkte Uebertragung der Speisen zum dritten Magen möglich, es treten

aber die Speisen wieder nach oben und, erst nachdem sie hier wiedergekaut sind, in diesen hinein. Nach Flourens ist bei der ersten Aufnahme der Speisen der Bissen voluminös, erweitert daher die Speiseröhre auf Kosten des Halbkanales und gelangt nothwendig in den ersten und zweiten Magen, und zwar in beide zugleich. Beim zweiten Schlingen sind aber die Speisen weich und folgen ohne Ausdehnung der Speiseröhre der Rinne in den dritten Magen, wobei jedoch auch ein kleiner Theil in den ersten Magen gelangen kann. Der Nutzen des Wiederkauens besteht in der stärkeren Verarbeitung der genossenen Nahrung, was bei der rein vegetabilischen Nahrung dieser Thiere besonders nothwendig erscheint. Der vierte Magen ist stets als der eigentliche Verdauungsmagen anzusehen, er ist überall mit weicher, drüsenartiger Schleimhaut versehen, welche oft noch breite Falten in die Höhle des Magens bildet. Unbestimmt ist die Funktion des dritten Magens; man hat die Speisemasse in demselben besonders trocken gefunden, und desshalb angenommen, dass hier die Resorption besonders lebhaft sei. Er ist übrigens weniger konstant als die übrigen und fehlt bei den Moschus, Kameelen und Lamas. Bei dem Huanaco und dem Dromedar findet sich noch jenseits des Pylorus eine magenartige Gestaltung, die sich in geringem Grade häufiger findet, aber nicht den Namen eines Magens verdient.

Die Bewegung des Magens zeigt sich in der Thierreihe, je nachdem eine grössere oder geringere mechanische Einwirkung auf die Speisen nothwendig ist, verschieden. Bei den einfachen membranösen Mägen ist diese am schwächsten, und es kann ihr nur eine schwache Wirkung auf die Verdauung zugeschrieben werden, sie befördert vorzugsweise die Fortschaffung der Speisen.

Weber beobachtete, dass wenn die Bauchhöhle einer Katze, eines Hundes oder eines Kaninchens geöffnet oder die Eingeweide derselben ganz herausgerissen wurden, die Gedärme allmälig durch Einwirkung der Luft in allgemeine und lebhafte Bewegungen gerathen, nur der Magen verhielt sich immer ruhig, so dass man an ihm entweder gar keine oder nur äusserst schwache Bewegungen wahrnimmt, die man auch meist nicht unmittelbar, sondern erst nach längerer Beobachtung an kleinen durch sie entstandenen Formveränderungen erkannte.

Bei der Einwirkung des galvanischen Stromes zog sich der Magen, je nachdem man ihn mit den genäherten Enden der Leitungsdrähte der Quere oder der Länge nach strich, in den gestrichenen Linien der Quere oder der Länge nach zusammen, die queren Erscheinungen waren stets viel tiefer und am stärksten in der Gegend des Pylorus.

Direkte Beobachtungen über die Bewegungen des Magens bei der Verdauung haben keine bestimmte Aufklärung über den ganzen Vorgang gegeben. Magendie beobachtete die peristaltischen Bewegungen in der Portio pylorica, durch welche die verdauten Speisen durch den Pylorus gebracht werden. Aber auch die übrigen Theile des Magens arbeiten wahrscheinlich in derselben Art, durch abwechselnde Zusammenziehungen und Erschlaffungen. Nach Valentin werden die Speisen hierbei, wenn der Magen stärker angefüllt ist, kreisförmig herumgewälzt, und einerseits von der Cardia um die grosse Krümmung, den Pförtner und die kleine Krümmung herumgehen und sich auch anderseits um die Querachse oder eine schiefe Achse in der Bogenrichtung herumwenden. Es hat diese verwickeltere Bewegung zum Zwecke, die Bissenmassen mit dem an der Oberfläche der Magenschleimhaut befindlichen Magensafte möglichst genau zu bestreichen und zusammenzudrücken. Hat dieser eine oberflächliche Nahrungsschicht in eine halbflüssige Mischung, in Speisebrei oder Chymus verwandelt, so wird eine nach dem Pförtner gerichtete Gesammtbewegung jene mit Leichtigkeit abstreifen, und wenn sich die Pförtnerklappe öffnet, nach dem Zwölffingerdarm übertreiben. An der entblössten Oberfläche des Bissens wiederholt sich dann dieser Hergang.

Nach Beaumont bewegen sich die Speisen aus dem Fundus von links nach rechts längs der grossen Kurvatur, dann längs der kleinen Kurvatur von rechts nach links, welche Umwälzungen 1—3 Minuten dauern und mit dem Fortschritte der Chymifikation an Schnelligkeit zunehmen. Nach Magendie dehnt sich die peristaltische Bewegung der Portio pylorica in dem Maasse als der Magen leerer wird, auch auf die Portio splenica aus. W. Brinton (*Lond. Med. Gaz.*, Juni 1849) fand in dem leeren Magen eines Thieres keine Bewegung; enthält er Speisen, so zeigt sich bei Fleischfressern nur eine unbedeutende Verkürzung, besonders bei halbflüssiger Nahrung in

nicht zu grosser Menge. Es zeigt sich eine quere Einschnürung von der Cardia bis zum Pylorus, die nachlässt, wieder auftritt und fortschreitet. Der Pförtner ist vollkommen, die Cardia unvollkommen geschlossen. In der zweiten Verdauungsperiode ist der Cardiaabschnitt in grösster Ruhe, der Pförtnertheil aber in abwechselnder, wurmförmiger Bewegung, der flüssige bis halbflüssige Inhalt zeigt wahrscheinlich, wenn der Pförtner verschlossen oder wenig geöffnet ist, zwei Ströme, einen peristaltischen an der Wandung und einen antiperistaltischen an der Achse des Magens, wodurch die Drehung und Vermischung der Speisen befördert wird.

Nachdem die Speisen aus der Speiseröhre in den Magen getreten, schliesst sich die Cardiamündung, und es scheint im Anfang der Verdauung auch der Pylorus ganz geschlossen, und es kann diese Verschliessung so stark sein, dass selbst aus dem ausgeschnittenen Magen nichts entweicht. Nach Abernethy gehen beim Menschen anfangs nicht einmal Getränke leicht durch den Pylorus, und erst gegen das Ende der Verdauung leistet derselbe weniger Widerstand.

Der Darm, in welchem die Speisen nach der Magenverdauung theils weiter verarbeitet, theils aufgesaugt, theils entleert werden, unterscheidet sich bei den Wirbelthieren in der Regel deutlich in zwei Abtheilungen, den Dünndarm und Dickdarm, und es ist die ganze Länge beider Abtheilungen durchschnittlich bei den zwei höheren Wirbelklassen bedeutender, als bei den Reptilien und Fischen; es besitzen ferner die Herbivoren einen verhältnissmässig grösseren Darm, was darin begründet, dass diese Thiere eine bedeutende Wärmemenge produziren und ein grösseres Maass von Nahrung zu sich nehmen müssen. Die relative Länge des Darmes lässt sich jedoch nicht allein aus einem Vergleiche derselben mit der Körperlänge bestimmen, denn es ist der wesentliche Punkt der Untersuchung, zu wissen, in welchem Verhältnisse die aufnehmende Fläche zu der zu ernährenden Masse steht, und diese letztere wird nicht allein durch die Körperlänge gegeben, vielmehr wird das Gewicht des Thieres für sie maassgebender sein.

Die Scheidung des Dünn- und Dickdarmes spricht sich bei den höheren Wirbelthieren deutlicher aus, als bei den niederen. Das Merkmal der Trennung besteht bald in einer

klappenartigen Bildung im Innern, bald in der Veränderung der Weite und des Baues, sowohl der Schleimhaut, als auch der Muskelschicht. In der Regel sind mehrere dieser Merkmale beisammen, und bei den meisten Säugethieren, Vögeln und manchen Reptilien findet sich an dieser Stelle noch der sogenannte Blinddarm, eine Ausstülpung des Anfanges des Dickdarmes, welche namentlich bei einigen Säugethieren sehr gross, bei Vögeln meist doppelt vorhanden ist, bei Fischen meistens fehlt oder doch nur angedeutet ist.

Wenn auch die relativen Längen beider Darmtheile grosse Verschiedenheiten darbieten, so ist doch in der Regel die Länge des Dünndarmes überwiegend, und oft in hohem Maasse, so namentlich bei Vögeln. Nur bei wenigen Thieren, z. B. einigen Schildkröten und Säugethieren, namentlich dem Düngong, ist der Dickdarm der längere Theil.

Der Dünndarm steht mit Leber und der Bauchspeicheldrüse in Verbindung und nimmt deren Sekrete auf. Die Leber bildet bei allen Wirbelthieren, mit Ausnahme von Branchiostoma, eine neben den Gedärmen in der Bauchhöhle liegende gelb- bis dunkelbraune Drüse. Bei dem Branchiostoma scheint die Gallenbereitung von den Wandungen eines Theiles des Darmes selbst vollzogen zu werden. Bei den übrigen Wirbelthieren gelangt die Galle aus der Leber, deren Formen schon oben angegeben sind, durch einen oder mehrere Kanäle in den Dünndarm. Die Leber selbst ist von relativ sehr verschiedener Grösse, bald mehr in eine Masse vereinigt, bald mehr aus Lappen bestehend. In den meisten Fällen ist sie mit der Gallenblase versehen, wie schon oben angegeben, und die Ausführungsgänge der Leber sind mit dieser so verbunden, dass die gebildete Galle nach Umständen direkt in den Dünndarm fliesst oder ganz oder theilweise in die Gallenblase gehen gehen kann. Beim Menschen geht alle Galle von der Leber durch einen Kanal, welcher durch den aus der Leber kommenden Ductus hepaticus und durch den aus der Gallenblase kommenden Ductus cysticus gebildet und Ductus choledochus genannt wird. Da der Ductus cysticus die einzige Oeffnung der Gallenblase ist, so muss die Galle in diesem Kanal bald rückwärts, bald vorwärts fliessen.

Der Dünndarm zeigt sich einerseits in Bezug auf seine Drüsenbildungen verschieden, wie dieses schon oben angegeben,

anderseits in der Form seiner innern Fläche. Man erkennt an dieser vielfach eine Vermehrung durch Hervorragungen der Schleimhaut, die entweder Falten der Schleimhaut oder Auswüchse derselben darstellen. Die ersteren sind oft sehr bedeutend, entweder Längs- oder Querfalten, bald schräggestellt, netzförmig verbunden, spiralfömig u. s. w., und innerhalb der grösseren Falten kommen, namentlich bei einigen Cetaceen, kleinere vor. Häufig zeigen sich die Schleimhautfalten auch im Dick- und Blinddarm. So haben die dicken Därme des Menschen und mancher anderen Säugethiere in dem Kolon querlaufende Falten, mit tiefen Ausbuchtungen dazwischen. Diese Falten sind entweder schon äusserlich sichtbar oder nicht.

Die Erhöhungen der Schleimhaut, welche man vorzugsweise im Dünndarm findet, erscheinen bei Säugethieren sehr gewöhnlich als feine Zotten (villi intestinales), aber auch häufig als erhöhte, zickzackförmig verlaufende Linien. Eine jede Zotte stellt eine kleine, fast konische Hervorragung der Schleimhaut dar und ist mit einem Epithelium bekleidet. Im Innern jeder Zotte findet sich ein Netzchen feiner Blutgefässe und Anfänge von Chylusgefässen. Bruecke beschrieb die Muskelfasergebilde, welche sich in der Schleimhaut des Darmkanals finden, und bis in die Zotten hineinragen. Es zeigt sich nämlich eine eigene Lage von organischen Muskelfasern gegen die innere Oberfläche der Speiseröhre, des Magens und des Darmes hin, welche durch Bindegewebe von der übrigen Muskulatur getrennt wird. Verlängerungen ziehen sich in die Zotten hinein und bilden hier Längsfasern, die nach innen von dem Kapillargefässsysteme liegen.

Diese Muskelgebilde haben auf die Sekretion und Resorption der Schleimhaut und deren Gebilde Einfluss. Wenn der Darm die Resorption kräftig vollführt, so schwellen die Zotten oft so stark an, dass sie sich einander fast drängen, und nur ein geringer Raum zwischen ihnen bleibt. Es ist daher die Aufsaugung an der Spitze am kräftigsten, wenn auch der Darminhalt in die Zwischenräume eindringt. Bei den mikroskopischen Untersuchungen findet man auch an der Spitze in den Zellen des Epitheliums einen sehr dunklen Inhalt, während die Zotte an der Seitenfläche mehr helle Zellen zeigt.

Ausnahmsweise finden sich Zotten oder analoge Gebilde auch im Anfange des Dickdarmes und im Blinddarme.

Die Einrichtung zur Entleerung der Darmexkremente zeigt sich bei den verschiedenen Thieren sehr verschieden. Bei den Säugethieren und Fischen besitzt der Mastdarm fast überall eine gesonderte Mündung nach Aussen, während sich bei allen Reptilien und Vögeln eine sogenannte Kloake findet, indem Mastdarm, Harn- und Geschlechtsorgane sich in eine Höhle öffnen. Aehnliches zeigen unter den Fischen die Plagiostomen, unter den Säugethieren die Monotremen, Annäherung an Kloakenbildung findet sich namentlich bei den Beutelthieren. Die Entleerung selbst erfolgt in der Regel mit besonderer Anstrengung, doch bei anderen auch leicht im Gehen, Laufen. Manche Thiere verunreinigen ihre Nester oder Lager, andere nicht. Gewisse Raubvögel schleudern ihre Ausleerungen durch eine kräftige Kontraktion horizontal fort, während sie sonst bei anderen Vögeln nur gleichsam niederfallen.

Was die peristaltischen Bewegungen des Darmes betrifft, durch welche die Speisen durch denselben geleitet werden, so sind sie im Leben nur von geringer Intensität; sie verstärken sich bei geöffneten Thieren schnell durch den Reiz der Luft oder durch Anwendung des Galvanismus. Schiff sucht die Ursache der vermehrten Darmbewegung nach dem Tode weder in dem Reize der Luft, noch in der Abkühlung oder der Verdunstung, sondern in dem Mangel der Blutbewegung in dem Nahrungskanal. Die Versuche von Weber mit dem Galvanismus lehrten Folgendes: Lässt man den Galvanischen Strom des Rotationsapparates von grossen Flächen und auf die gesammten Eingeweide wirken, indem man sie von beiden Seiten her zwischen zwei Kupferplatten einschliesst, und jeden mit einem der Leitungsdrähte in Verbindung setzt, so gerathen die Gedärme in weit lebhaftere Bewegung, als durch Einwirkung der atmosphärischen Luft. Lässt man den Strom nur auf einzelne Stellen des Darmkanals wirken, indem man diese mit beiden an ihren Enden genäherten Drähten berührt, so ist die Wirkung zunächst nur eine lokale, die Einschnürung erfolgte langsam, so dass sie erst nach der Entfernung der Drähte sichtbar wurde, nahm dann allmälig zu, bis das Lumen des Darmes an derselben Stelle ganz verschwunden

war, und schwand dann wieder allmälig. Berührte er mehrere Stellen, so erfolgten mehrere Erscheinungen. Die Erscheinungen setzen sich langsam eine Strecke nach unten fort, und wiederholen sich ohne neue Reizung einige Male.

Valentin nahm bei getödteten Kaninchen wahr, dass die peristaltischen Bewegungen gewisse Pausen der Ruhe und des Wiederbeginnes darbieten. Die Wurmbewegung schreitet allmälig fort, geht bis einen gewissen Punkt, und beginnt dann an dem Ausgangspunkte wieder von Neuem. Jeder Wellenzug kann die Inhaltsmassen vollständig, unvollkommen oder fast gar nicht weiter treiben.

Betz fand bei der Oeffnung eines frisch getödteten Thieres, dass die wurmförmigen Bewegungen nicht an einer bestimmten Stelle anfangen und nicht in einer und derselben Richtung fortschreiten. Man bemerkt sie vielmehr bald hier und dort, ohne gesetzmässige Anordnung. Die Zusammenschnürung selbst ist von verschiedener Intensität. Sie kann nach innen oder in entgegengesetzter Richtung fortschreiten, auch vermögen zwei benachbarte Zusammenziehungen in eine zusammen zu fliessen. Es zeigt sich nun nach einiger Zeit eine Aufblähung, die meist nur nach einer Richtung fortgeht. Verfolgt man die nach oben gerichtete Bewegung, die leicht für eine antiperistaltische gehalten werden kann, so sieht man, dass sie auf einmal aufhört, und dann wieder eine peristaltische Verkürzung eintritt. Bisweilen kerbt sich ein Darmstück nur örtlich ein, bläht sich nach oben und unten auf, und scheint sich zu verkürzen; lässt die Aufblähung nach, so scheint es sich wieder zu verlängern, was am untern Ende des Dickdarmes und Mastdarmes am häufigsten vorkommt. Am Kolon nahm Betz nie vollkommen ringförmige Zusammenziehungen wahr.

Die Bewegungen des Mastdarmes, welcher eine verhältmässig sehr starke Muskelhaut besitzt, unterscheiden sich in wesentlicher Weise von denen der übrigen Theile des Nahrungskanals. Er geht mit vieler Kraft stossweise auf und nieder; eine lebhaft sich hinzugesellende Peristaltik treibt nicht selten die Kothballen sichtlich fort, und die entleerten Abschnitte legen sich zusammen, damit der Rücktritt nach oben gehindert werde. Für die Stuhlentleerung tritt noch die Thätigkeit der Bauch- und Beckenmuskeln hinzu.

Die Pförtnerklappe und Bauhinische Klappe sind für die Bewegung insofern von Wichtigkeit, als sie den Rücktritt der Speisen in den Magen und Krummdarm verhüten.

Die peristaltischen Bewegungen im ganzen Darmkanal können unter anomalen Verhältnissen eine entgegengesetzte Richtung annehmen und die Contenta nach oben treiben, wodurch das Erbrechen entsteht. Es wird dieses fast immer unter Mitwirkung der Bauchmuskeln und des Zwerchfelles, so wie der Schlundmuskeln u. s. w. ausgeführt. Jeder anomale Reiz auf den Schlund, die Speiseröhre, den Magen und den Darmkanal, Reizung des Gehirns oder Unterbrechung des Hirneinflusses nach Durchschneidung oder Unterbindung des Nervus vagus, die spezifische Einwirkung der sogenannten Brechmittel bringen die antiperistaltischen Bewegungen hervor. Das Erbrechen hat zu mannigfachen physiologischen Streitigkeiten Veranlassung gegeben. Man hat vielfach angenommen, dass das Erbrechen lediglich Folge der Wirkung der Bauchmuskeln und des Zwerchfelles sei, und der Magen und die Gedärme nur mechanisch dem Drucke folgten. Diese schon früher von Haller widerlegte Ansicht wurde von Magendie wiederum vertheidigt, jedoch von den meisten neueren Physiologen bestritten. Nach J. Müller ist die Kontraktion des Magens beim Erbrechen unzweifelhaft, jedoch im Allgemeinen nicht sehr hoch anzuschlagen, und die Bauchpresse ein wesentliches Moment. Betz hat wiederum in neuester Zeit nach direkten Beobachtungen die antiperistaltischen Bewegungen bei Thieren, sowohl im Darmkanal als im Magen, nach der Darreichung des Brechweinsteins geläugnet. Ebenso Briton, Schwarzenberg und Ludwig. Es ist jedenfalls unzweifelhaft, dass die kräftige und plötzliche Wirkung der Bauchpresse die Contenta des Darmes schnell bis zur Mundhöhle hinaufschleudert, ohne dass antiperistaltische Bewegungen des Darmrohres nothwendig sind; man muss aber auch annehmen, dass ein langsames Erbrechen, namentlich von Flüssigkeiten, durch diese veranlasst werden kann, was nach Valentin durch direkte Beobachtungen dargethan. Magendie hat in Bezug auf die Wirkung der Brechmittel angenommen, dass sie nicht unmittelbar auf den Magen wirken, vielmehr erst in das Blut aufgenommen werden, und hier, wie bei Einspritzungen von Brechweinsteinlösung in die Venen, auf die beim Brechen thätigen Organe wirken.

Indessen ist auch diese Annahme nicht getheilt worden, und man nahm an, dass, sowie mechanische Reize des Verdauungskanals durch Fortpflanzung der Nervenreizung die Brechbewegungen aller dabei konkurrirenden Theile veranlassen, auch die Brechmittel vom Magen aus wirken. Nach J. Müller wirken sowohl der Nerv. vagus als Nerv. splanchnicus bei der Wirkung der Brechreize von Magen und Darmkanal durch Transmission des Reizes auf Gehirn und Rückenmark. Wenn der Brechweinstein vom Blute aus wirkt, so scheint er durch dieses die beim Brechen betheiligten Organe anzuregen.

Veränderungen der Speisen im Darmkanal.

Vorgänge im Munde.

Die Veränderungen, welche die Speisen im Munde erleiden, sind nur darauf berechnet, sie zur Magenverdauung geeignet zu machen. Sie werden hier durch Kauen verkleinert und mit dem Speichel durchnässt. Es wird dadurch einerseits ihre Aufnahme in den Schlundkopf und ihr Herabgleiten durch die Speiseröhre möglich. Chemische Veränderungen lassen sich schon nach der Kürze ihres Aufenthaltes nicht annehmen, dagegen hat die Vermischung mit dem Speichel für die spätere Magenverdauung einen wesentlichen Einfluss, wie dieses schon oben bei der Darlegung der Verdauungssäfte ausgeführt ist, indem derselbe, wenn er auch während des Kauaktes die Stärke nicht in Zucker verwandelt, doch dieses in dem Magen ausführt. Ueber die Menge des beim Kauen aufgenommenen Speichels, Mund- und Rachenschleims bei dem Pferde giebt Bernard nach seinen Beobachtungen und denen von Lassaigne und Magendie folgende Tabelle:

Nahrungsmittel	Gewicht in Grammen vor dem Kauen	nach dem Kauen
Stroh	19	100
Heu	325	2000
desgleichen	20	100
Hafer	520	1188
=	46	100
Stärkemehl und Thon	250	725
Mehl	34	100
Blätter und Kornstengel	67	100
Mit Wasser durchtränkte Stärke	1250	1256.

Magenverdauung.

Die wesentlichen Veränderungen der Speisen beginnen im Magen, und es sind diese bei den einzelnen oben angegebenen Nahrungsstoffen nach Frerichs' umfassender Abhandlung dieses Gegenstandes folgende.

Das Amylum geht in Zucker über, was, wie oben angegeben, durch den Speichel vermittelt wird. Im Getreidemehl und allen daraus bereiteten Nahrungsmitteln geht diese Veränderung verhältnissmässig rasch vor sich, bei Kartoffeln, wo das Amylum in den Parenchymzellen eingeschlossen ist, langsamer und weniger vollständig. Die Bildung von Milchsäure, die von Blondot, Bouchardat und Sandras bei der Magenverdauung aus der Stärke angenommen wurde, sieht Frerichs nur als anomal an. Er zählt zu diesen anomalen Bildungen bei der Amylumverdauung die Milch- und Buttersäurebildung, die bei dem chronischen Katarrh der Magenschleimhaut vorkommt. Dextrin und Zucker sind hier vorhanden, die Umsetzung schreitet aber weiter vor, es bildet sich Milchsäure und aus dieser Buttersäure. In anderen Fällen geht ein Theil der genossenen Kohlenhydrate in eine zähe, fadenziehende Masse über, dem Gummi nahestehend. Eine dritte Abweichung wurde wiederholt bei chlorotischen Mädchen beobachtet; dieselben erbrachen sauerriechende Massen, welche Hefepilze in ungewöhnlicher Menge enthielten und Kohlensäure entwickelten. Hier findet wahre Gährung statt, welche mit der Bildung von Essigsäure endet. Bei zwei Diabeteskranken wurden die durch Erbrechen gewonnenen Magenkontenta untersucht. Das Filtrat derselben war reich an Zucker, auf dem Filtrum fand sich unverändertes Amylum, aber keine Spur der Zwischenstufe des Dextrins. Jodsolution färbte die Lösung nicht; auf Zusatz von kohlensaurem Natron wurde der Chymus nicht wieder sauer, der Zucker ging nicht in Milchsäure über.

Bei diesen genannten Abnormitäten muss man eine anomale Beschaffenheit des Speichels und Magensaftes als Grund annehmen, da man sie zum Theil durch künstliche Versuche mit solchen veränderten Säften nachahmen kann.

Ueber die Veränderung des Rohrzuckers bei der Magenverdauung ist schon auf die divergirenden Ansichten aufmerksam gemacht. Bernard fand, wenn er grössere Mengen von

Rohrzucker in den Magen von Hunden, Katzen oder Kaninchen eingebracht hatte, dass er als Rohrzucker in reichlicher Menge in die Pfortader übergegangen war, während der Inhalt des Milchbrustganges keine Spur davon enthielt; er fand in ihm nur geringe Mengen von Traubenzucker, die von der Leber herrühren. Er nimmt daher an, dass der Zucker von den Saugadern gar nicht aufgenommen werde.

Die Cellulose wird weder im Magen noch im Darmkanal verändert, nur in ganz jungen Pflanzentheilen steht die Cellulose dem Amylum nahe und ist dann im Magen denselben Umwandlungen wie dieses unterworfen.

Bei dem Gummi wurde ebenfalls weder im Magen noch im Darmkanal eine Veränderung wahrgenommen, was auch von dem Pflanzenschleime gilt. Ebenso haben die Versuche, welche zuerst Blondot und später Frerichs mit dem Pektin angestellt haben, keine Veränderung dieses Stoffes durch die Magensäfte nachgewiesen.

Ueber den Alkohol gelangten Bouchardat und Sandras zu dem Resultate, dass er in den ersten Wegen nicht verändert werde; er wird als solcher von den Venen des Magens und des Darmkanales, nicht aber von den Chylusgefässen in das Blut übergeführt. Aus dem Blute wird er nicht durch sezernirende Organe ausgeschieden, von den Lungen auch nur zum geringen Theile exhalirt, vielmehr rasch zu Kohlensäure und Wasser oxydirt, wobei nebenbei meist Essigsäure entsteht. Nach Frerichs geht eine grössere Menge Alkohol mit der Lungenexhalation weg.

Die Fette erleiden im Magen ausser der Schmelzung durch die Wärme keine wesentlichen Veränderungen, was bei der Milch deutlich hervortritt; es wird hier der Käsestoff verflüssigt, während die Fetttröpfchen immer mehr zusammenfliessen.

Von entschiedenem Einflusse ist die Magenverdauung auf die stickstoffhaltigen Körper, das Eiweiss und die Gelatine. Die genaueren Vorgänge hierbei sind zwar nicht aufgeklärt, hauptsächlich aber stritt man darüber, ob die verdauten Proteinstoffe einfache Verbindungen mit Säure sind, oder ob sie auch in ihrem Molekularzustande weitere Veränderungen erleiden. Frerichs spricht sich für das Letztere aus. Nach ihm wird das flüssige Eiweiss unverändert aufgenommen; die Lö-

sung des Käsestoffes geschieht in der Art, dass dieselbe zunächst an den Magenwandungen beginnt und der Käsestoff sich von den Milchkügelchen trennt, die ihre Hülle einbüssen und grosse Fetttropfen bilden. Das koagulirte Fibrin quillt zuerst auf, wird halbflüssig, zerfällt alsdann und löst sich zu einer trüben Flüssigkeit; die Auflösung erfolgt rascher als bei geronnenem Albumin; sie erfolgt aber langsam, wenn der Faserstoff vorher gekocht war. Das Pflanzenalbumin verhält sich ganz wie thierisches Albumin; Kleber wird schnell gelöst, und ebenso verhält sich das Legumin. Die Gelatine zerfliesst im Magensafte sehr bald und geht aus dem Magen ins Blut über.

Die Verdauung der Speisen stellt je nach ihren verschiedenen Nahrungsstoffen verwickelte Prozesse dar, deren Darlegung wir hier unterlassen, da eine genaue Kenntniss noch fehlt; wir verweisen auf Frerichs' *Abhandlung über die Verdauung* in Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie.*

Während nun die Getränke schon grösstentheils in dem Magen aufgesogen werden, und ebenso auch der grösste Theil der gelösten festen Nahrungsmittel, also nicht durch den Pylorus dringen, bildet der Chymus das Endresultat der Magenverdauung. Er stellt eine mechanische Mengung einer grauen, gallertartigen, halbdurchsichtigen Masse mit den Resten, welche der Magenverdauung widerstanden, dar, und ist je nach den genossenen Speisen verschieden. Er besteht wesentlich aus zwei Theilen, aus dem gelösten flüssigen und dem ungelösten festen Theile.

Der gelöste Theil enthält Dextrin, Zucker, Pektin, Albuminosen, Gelatine, Chlormetalle, Salze, Eisen u. s. w., somit die in Wasser, in verdünnter Säure, in Speichel und Magensaft löslichen Theile der Speisen. Seine Aufnahme durch die Magenvenen erfolgt sehr rasch, und es wird von ihm nur ein geringer Theil mit dem ungelösten Theile in den Dünndarm übergeführt. Das spezifische Gewicht des gelösten Theiles schwankt zwischen 1024 und 1035, ist also niedriger, als das des Blutes, wodurch nach Frerichs die rasche Aufnahme desselben in das Gefässsystem vermittelt und durch das Vorhandensein von freier Säure befördert wird.

Der ungelöste Theil besteht aus solchen Stoffen, auf die der Magensaft entweder gar nicht einwirkt, so aus fetten

Körpern, dem Zellgewebe, der Epidermis, den Gefässbündeln u. s. w. der Pflanzen, oder deren Lösung durch ihn nur unvollkommen geschieht, so aus den geronnenen eiweissartigen Stoffen, den Muskelfasern, sehnigen Theilen, Amylum u. s. w. Diese treten mit den gelösten, aber nicht aufgesogenen Substanzen in das Duodenum über, um durch die Darmverdauung weiter verarbeitet zu werden.

Ueber die Zeit, welche zur Magenverdauung nothwendig ist, sind zahlreiche Untersuchungen angestellt worden, so von Gosse (Spallanzani, *Expériences sur la digestion par Jean Senebier. Genève* 1783. CXXII seq.), welcher durch Herabschlucken von Luft zu jeder Zeit bei sich Erbrechen erregen konnte, von Spallanzani (a. a. O.), von Stevens (*de aliment. coctione. Edinb.* 1777), von Tiedemann und Gmelin, von C. G. Schultz (*de aliment. coctione experimenta nova. Berol.* 1834) und von Beaumont (*über den Magensaft und die Physiologie der Verdauung, a. d. E. Leipz.* 1834), welcher seine Beobachtungen an St. Martin anstellte. Diese letzteren geben folgende Resultate:

Nahrungsmittel	Zubereitung	Speisezeit	Arbeit mässig St.	Arbeit mässig Min.	Arbeit angestrengt Stunden	Arbeit angestrengt Minuten	Ruhe St.	Ruhe Min.	Bemerkungen.
Kaldaunen	geschmort	Frühstück	1	—	—	—	—	—	
Schweinfüsse	gekocht	-	1	—	—	—	—	—	
Wildpret, frisch	gebraten	-	1	35	—	—	—	—	
Stockfisch, getrocknet	gekocht	Mittag	2	—	—	—	—	—	
Brot und Milch	kalt	-	2	—	—	—	—	—	
Truthahn	geröstet	-	2	30	—	—	—	—	
Gans, wilde	geröstet	-	2	30	—	—	—	—	
Schwein, jung	-	-	2	30	—	—	—	—	
Gehacktes Fleisch	warm	Frühstück	2	30	—	—	—	—	
Austern	roh	Mittag	2	45	—	—	—	—	Austern im Magen aufgehangen.
-	gedämpfte	-	3	30	—	—	—	—	nur mit etwas trockenem Brot und Zwieback.
-	roh	Frühstück	3	—	—	—	—	—	
-	-	Mittag	3	—	—	—	—	—	
-	gedämpft	-	3	30	—	—	—	—	
Rindfleisch frisch	geröstet	-	3	30	—	—	—	—	
-	-	-	3	—	—	—	—	—	
-	-	Frühstück	2	45	—	—	—	—	
-	gebraten	-	3	—	—	—	—	—	
-	-	-	—	—	—	—	3	45	

Nahrungsmittel	Zubereitung	Speisezeit	Arbeit mässig St.	Arbeit mässig Min.	Arbeit angestrengt Stunden	Arbeit angestrengt Minuten	Ruhe St.	Ruhe Min.	Bemerkungen.
Rindfleisch	gebraten	Frühstück	—	—	3	30	—	—	Arbeit bis zur Ermüdung.
-	gekocht	-	4	—	—	—	—	—	krankhaftes Aussehn [des Magens.
-	-	Mittag	—	—	3	30	—	—	
-	-	Frühstück	3	38	—	—	—	—	viel Fett.
-	-	Abendessen	—	—	—	—	4	00	ebenso.
-	-	Frühstück	—	—	—	—	4	30	ebenso in liegender [Stellung.
-	-	Mittag	3	30	—	—	—	—	
-	-	-	—	—	—	—	4	—	
-	-	Frühstück	—	—	—	—	4	15	
-	-	-	3	30	—	—	—	—	
-	-	-	—	—	—	—	4	15	
Rindfleisch, gesalzen	-	Mittag	5	30	—	—	—	—	
-	-	- -	3	30	—	—	—	—	
Schweinefleisch, frisch gesalzen	-	Frühstück	5	15	—	—	—	—	
- -	-	-	4	30	—	—	—	—	
- -	-	-	5	15	—	—	—	—	ärgerte sich während des Versuches.
- -	-	-	6	—	—	—	—	—	ungewöhnlich volles Mahl.

-	-	-	-	4	30	—	—	—	—	
-	-	-	-	4	30	—	—	—	—	
-	-	-	-	4	30	—	—	—	—	
-	-	-	Mittag	4	30	—	—	—	—	
-	-	-	Frühstück	—	—	4	00	—	—	
-	-	-	Mittag	—	—	3	30	—	—	
Schweinefleisch,	frisch	geröstet	-	6	30	—	—	—	—	ungew. volles Mahl.
-	-	gebraten	-	3	15	—	—	—	—	
-	-	-	Frühstück	4	30	—	—	—	—	
Hammelfleisch		geröstet	Mittag	3	15	—	—	—	—	
-		gebraten	Frühstück	—	—	3	00	—	—	
-		-	-	3	30	—	—	—	—	
-		-	-	4	30	—	—	—	—	krankhaftes Aussehn [des Magens.
-		-	Mittag	4	—	—	—	—	—	
-		-	Frühstück	4	30	—	—	—	—	volles Mahl, grob gekaut.
Eier		hart gekocht	-	3	30	—	—	—	—	Brot oder Brot mit Kaffee.
-		weich gek.	-	3	—	—	—	—	—	
-		hart	Mittag	5	30	—	—	—	—	Magen krank.
-		-	Frühstück	3	30	—	—	—	—	
-		weich	Mittag	3	—	—	—	—	—	
Wurst		gebraten	Frühstück	3	30	—	—	—	—	mit weichgekochten Eiern.
-		-	Mittag	3	—	—	—	—	—	

Nahrungsmittel	Zubereitung	Speisezeit	Arbeit mässig St.	Arbeit mässig Min.	Arbeit angestrengt Stunden	Arbeit angestrengt Minuten	Ruhe St.	Ruhe Min.	
Wurst	geschmort	Frühstück	4	—	—	—	—	—	in einem Musselinbeutel eingehängt, Magen krank.
-	-	-	5	—	—	—	—	—	
-	gebraten	-	3	—	—	—	—	—	
-	-	-	—	—	4	15	—	—	volles Mahl, schwere Arbeit.
Henne	gekocht	-	4	—	—	—	—	—	mit Brot u. Kaffee.
-	-	Mittag	4	—	—	—	—	—	mit Brot u. Wasser.
-	-	-	4	—	—	—	—	—	in einem Musselin- [beutel.
Kalbfleisch	gebraten	Frühstück	4	—	—	—	—	—	
-	-	Mittag	4	—	—	—	—	—	
-	-	Frühstück	4	—	—	—	—	—	
-	-	Mittag	4	45	—	—	—	—	Magen krank.
-	-	Frühstück	—	—	3	45	—	—	
-	-	Mittag	4	30	—	—	—	—	
-	-	Frühstück	5	30	—	—	—	—	Magen krank.
Fleischsuppe mit Vegetabilien	-	-	4	—	—	—	—	—	
Butterbrot	mit Kaffee	-	4	15	—	—	—	—	Magen krank.
Brot trocken	- - -	-	3	45	—	—	—	—	
- - -	mit Kartoffeln	Mittag	3	45	—	—	—	—	

Die Magenverdauung hängt von der Beschaffenheit der Nahrungsmittel, deren chemischer Zusammensetzung und Aggregatzustande wesentlich ab; ebenso von der Quantität der Ingesta; es hat ferner die Bewegung des Körpers und die Temperatur des Magens Einfluss. Der Eintritt der Verdauung im Magen bedingt keine Temperaturerhöhung, wohl aber hatte nach Beaumonts Versuchen der Zustand der Ruhe oder der Bewegung hierauf Einfluss. Bei letzterer stieg sie um 1 bis 2^0; im Mittel beträgt die Temperatur des Magens 38 bis 40^0 C. Ein Sinken unter 38^0 bedingt Verlangsamung der Verdauung, während eine Steigerung bis 40 und 45^0 zulässig ist.

Der Einfluss, den der N. vagus auf die Magenverdauung ausübt, wurde vielfach Gegenstand der Untersuchung. Die älteren Beobachter nahmen eine vollständige Sistirung der Verdauung nach der Durchschneidung des N. vagi an, und Gleiches thaten viele neuere Beobachter. Magendie, Leuret, Lassaigne und Reid widersprachen dem jedoch, und nahmen eine Fortdauer der Verdauung an. Nach Frerichs ist nur die Verdauung theilweise aufgehoben, indem die eiweissartigen Körper unversehrt bleiben, die Kohlenhydrate aber alle Metamorphosen wie im gewöhnlichen Zustande durchmachen. Die Aufhebung der peristaltischen Bewegungen ist hieran nur zum Theil schuld, vielmehr wird die Verdauung der eiweissartigen Körper durch Veränderung der Magensekretion in Folge des aufgehobenen Nerveneinflusses gestört.

Wilson und Andere haben der Elektrizität einen Einfluss auf die Verdauung zugeschrieben, wenn man dieselbe auf den N. vagus nach dessen Durchschneidung einwirken lässt. Müller und Dieckhoff haben jedoch diese Wirkung nicht bestätigt gefunden.

Die Ansichten über die Theorie der Magenverdauung bieten eine so grosse Verschiedenheit dar, dass eine genaue Erörterung derselben eine umfangreiche Arbeit abgeben würde. Selbst wenn man von den speziellen Ansichten absieht, wird es schon schwierig, die allgemeinen Grundsätze, wie sie von den einzelnen Physiologen und Chemikern aufgestellt sind, zu vereinigen. In neuerer Zeit, nachdem die Wirkung der Verdauungssäfte unzweifelhaft geworden, sind es vorzüglich drei Annahmen, welche in Betracht kommen. Man sah die Ver-

dauung als einen chemischen Prozess an, bei welchem die Säure eine wesentliche Rolle spielt und in ihrer Verbindung mit der organischen Materie nach Affinitätsgesetzen wirkt, eine Ansicht, welche besonders Schmidt (*Ann. der Chemie und Pharm.*, B. 61, S. 311) durchzuführen suchte. Wenn die Säure nun auch zur Wirksamkeit der Verdauungssäfte nothwendig ist und die Erden und Metalle bei der Verdauung selbständig auflöst, und somit wichtige Endzwecke erfüllt, so ist man dennoch nicht berechtigt, in ihr das Verdauungsprinzip selbst zu suchen, denn der Verdauungsprozess lässt weder die Gesetze, welche bei Verbindung der Säuren mit organischen Materien stattfinden, erkennen, noch sind die Produkte der Verdauung solchen Verbindungen analog.

Anderseits nahm man an, dass die Verdauungssäfte durch den blossen Kontakt mit den Ingestis wirken, ohne dass sie selbst hierbei verändert werden. Es ist indess diese Ansicht durch Nichts gerechtfertigt. Man hat daher in neuerer Zeit sich zu der Annahme vereinigt, dass der Magensaft als Fermentkörper wirke, und bei dem Umsatz seiner Elemente diesen auch auf die Ingesta überträgt.

Dünndarmverdauung.

Sobald der Chymus aus dem Magen in den Dünndarm tritt, kommt er mit der Galle, dem pankreatischen Safte und dem Darmsafte in Berührung, mischt sich zunächst mit diesem, wird hierdurch wieder flüssiger und zur Resorption geneigter. Es findet dieses in dem grössten Theile des Dünndarms statt, und wo diese Verdünnung aufhört, ist auch die Verdauung als aufgehoben zu betrachten.

Der gelöste Theil des Chymus erleidet keine wesentliche Veränderung; nur der ungelöste Theil wird weiter zur Resorption geeignet gemacht. Die anorganischen Theile werden durch die vorhandene freie Säure weiter aufgelöst und zur Aufnahme in das Gefässsystem befähigt. Was die Kohlenhydrate betrifft, so schreitet die Umwandlung des Amylum, die im Magen selten vollständig beendet ist, weiter fort, und es ist in der Regel der Zucker im ganzen Verlaufe des Dünndarms und nicht selten auch im Dickdarm nachweisbar. Dextrin ist selten vorhanden, häufiger aber die weitere Metamorphose des Amylum in Milchsäure, was durch die alkalische Be-

schaffenheit der Darmsekrete und durch die erschwerte Aufnahme des Zuckers bei vorgeschrittener Verdickung der Ingesta gegen den Dickdarm hin erklärlich. Hier kommt es auch nicht selten zur Bildung von Buttersäure.

Die löslichen Kohlenhydrate, die verschiedenen Zuckerarten gingen meist schon im Magen in das Venensystem über. Bei der Milch konnte unter 7 Mal der Zucker nur 2 Mal im Dünndarm nachgewiesen werden und verschwand auch hier sehr bald.

Die Cellulose erleidet, wie schon angegeben, im ganzen Darmkanal keine wesentliche Veränderung, nur die Interzellularsubstanz scheint gelöst zu werden.

Die Fette dagegen finden ihre Aufnahme wesentlich während der Dünndarmverdauung. Wie schon bei den Verdauungssäften angegeben, üben diese jedoch auch auf die Fette keine chemische, sondern nur eine emulsirende Wirkung, wodurch sie freier vertheilt und zur Aufnahme geschickt gemacht werden. Dieser Vorgang findet nur im Dünndarm statt und hat seine bestimmten Grenzen; werden daher grössere Mengen Fett eingeführt, so wird nur ein Theil im Dünndarm aufgenommen und der Rest unverändert mit den Fäces entleert.

Was die eiweissartigen Körper betrifft, so gelangen von den gelösten meistens nur geringe Mengen in den Dünndarm, und werden hier durch die Galle, den Speichelsaft und Darmsaft wiederum so verändert, dass sie die gewöhnlichen Reaktionen des Eiweisses oder Käsestoffes, welche sie bei der Magenverdauung verloren hatten, von Neuem erkennen lassen. Ihre Aufnahme hängt von dem Konzentrationsgrade wesentlich ab. Die ungelösten eiweissartigen Körper setzen nur die im Magen bereits eingeleiteten Metamorphosen, so lange freie Säure vorhanden ist, fort; durch die Darmsäfte werden sie nicht verändert. Ebenso verhalten sich die Muskelfasern von gekochtem Fleische. Die leimgebenden Gewebe werden in dem Darmkanale nicht weiter umgewandelt.

Je nach der Zusammensetzung der genossenen Speisen ist die Beschaffenheit des Inhaltes der dünnen Därme abweichend, doch hat auch die Zeit der Untersuchung und die Quantität der Ingesta Einfluss. Im Allgemeinen nimmt der Speisebrei bei der Dünndarmverdauung immer mehr und mehr an Konsistenz zu; die Farbe wird dunkler. Während die Reaktion

im Anfange sauer ist, nimmt sie schon gegen die Mitte des Jejunums ab, und geht im Ileum in die neutrale oder alkalische über; doch variirt dieses Verhalten nach den Nahrungsmitteln, worüber Tiedemann und Gmelin Untersuchungen angestellt.

Blinddarmverdauung.

Es ist schon oben bei der Darlegung der Verdauungssäfte angegeben, dass man nicht berechtigt sei, in dem Blinddarm eine neue chemische Einwirkung auf die Ingesta anzunehmen, und hier nur der längere Aufenthalt derselben und die hierdurch bedingte kräftigere Extraktion in Betracht kommen. Bei den Carnivoren, bei denen die Umwandlung der Ingesta im Dünndarm schon vollendeter ist, hat der Blinddarm eine geringere Bedeutung, und die Vorgänge in ihm sind nicht wesentlich von denen im Kolon und Rektum verschieden; bei den Herbivoren und den Thieren mit gemischter Nahrung gehen die Vegetabilien im Blinddarm weitere Veränderungen in der Art ein, dass aus den Kohlenhydraten Milchsäure in reichlicherer Menge entsteht, und noch Zucker aus den Amylumresten. Die Milchsäure vermag wahrscheinlich noch Eiweiss aus den Vegetabilien auszuziehen und Kalk- und Talkerde in nicht unbeträchtlichen Quantitäten aufzulösen.

Der Nutzen des Wurmfortsatzes für die Verdauung ist nicht dargelegt.

Dickdarmverdauung.

Wenn auch die Verdauung in dem Dünndarme der Hauptsache nach beendet ist, so werden doch im Dickdarm einige Umwandlungen fortgesetzt, namentlich die der Kohlenhydrate, und Zucker und Milchsäure bilden sich, wenn auch langsam, aus Amylum. Einige Beobachter nehmen auch noch eine Lösung geronnener Eiweisskörper im Dickdarme an. Von Galle selbst sind in den Dickdarmkontentis nur wenige Ueberreste vorhanden, und die Kontenta selbst nehmen hier die Beschaffenheit der Fäces an, über deren Zusammensetzung wir auf das *Handbuch der Chemie*, S. 603 verweisen.

Die Darmverdauung ist, wie gezeigt worden, eine Fortsetzung der Magenverdauung, bei welcher der Darmsaft und der pankreatische Saft eine wesentliche Rolle spielen und

nach Art des Speichels und Magensaftes auf bestimmte Nahrungsstoffe eine auflösende Wirkung, in chemischer oder mechanischer Weise ausüben. Ungleich schwieriger ist die Bedeutsamkeit der Galle zu erforschen, und die vielfachen Bemühungen der Chemiker und Physiologen haben hier keinen Aufschluss geben können. Die verschiedenen Ansichten über die Funktion der Galle bei der Verdauung sind schon oben bei der Abhandlung über dieselbe in ihrer Unhaltbarkeit dargelegt. Die Versuche, durch Unterbindung des Gallenganges und Anlegung einer Gallenfistel nach aussen, welche Schwann anstellte, um die Bedeutsamkeit der Galle aus den so gewonnenen negativen Erscheinungen zu erforschen, haben ebenfalls nicht die erwarteten bestimmten Resultate geliefert. Bei den ersten Versuchen von Schwann gelang es nicht, die Thiere lange am Leben zu erhalten, und sie schienen nicht dafür zu sprechen, dass die Galle nur ein Exkret ohne weitere Bedeutsamkeit für den Verdauungsprozess sei. Bei der Wiederholung dieser Versuche durch Blondlot (*Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes. Paris* 1846) ergab sich jedoch das entgegengesetzte Resultat, und auch bei späteren Versuchen von Schwann und Nasse lebten die Thiere länger, magerten aber später dennoch ab, so dass man die Galle nicht als wesentlich zur Verdauung ansehen darf, wenn auch nicht durch diese Versuche durchaus festgestellt ist, dass sie ohne allen und jeden Einfluss sei.

Man hat der Galle vielfach Vermehrung der Sekretion der Darmdrüsen und Bethätigung des Motus peristalticus zugeschrieben, indessen haben die Versuche von Blondlot, Schwann und Nasse keine hierauf hinweisenden Anomalien in den Stuhlentleerungen nachgewiesen. Wohl aber muss man der Galle eine antiseptische und verdünnende Wirkung zuschreiben, durch welche sie für den Verdauungsprozess von nicht unbedeutender Wichtigkeit wird. Die Annahme, dass sie die Bewegungen des Darmes verstärkt, kann durch Budge's Untersuchungen, nach denen die Galle ein starkes Reizmittel für Nerven und Muskeln ist, wesentlich unterstützt werden (Froriep's *Notizen*, 1852, Nr. 475).

Geht man weiter in den Bildungsvorgang der Galle, in die Mitwirkung derselben bei der Verdauung und die Veränderungen, die sie während dieses Prozesses selbst erleidet, ein,

so erkennt man, dass das Verhalten derselben ein komplizirtes ist. Die Galle ist ein Ausscheidungsprodukt der Leber, durch welches vorläufig unbrauchbare Stoffe aus dem Blute entfernt werden; sie tritt in den Verdauungskanal, hat auf die Verdauung hier einen, wenn auch nicht durchaus nothwendigen, aber dennoch nicht unwesentlichen Einfluss, erleidet selbst aber hierbei eine Zersetzung, wird theilweise resorbirt, theilweise mit den Fäces aus dem Körper entfernt.

Nach Frerichs sind die Veränderungen, welche die Galle im Darmkanal erleidet, dieselben, welche sie ausserhalb des Organismus unter dem Einflusse von Säuren und Gährungserregern eingeht, sie zerfällt in Taurin, Choloidinsäure und Dyslysin. Zunächst bildet sich im Duodenum ein Präzipitat von gelber Farbe, hauptsächlich aus Schleim mit mechanisch beigemengtem Gallenfarbstoff und Gallenfett bestehend. Beim weiteren Herabtreten schreitet der Umsatz langsam vor, im Jejunum findet man noch unveränderte Galle, der Gallenfarbstoff erscheint grünlich. Ein grosser Theil ist jedoch schon im Wasser unlöslich geworden und wird im Ileum bedeutender. Der Farbstoff geht vom Grünlichen ins Braune über, die Farbe wechselt bei Zusatz von Salpetersäure, wird unbestimmter und der Farbstoff selbst weniger löslich. Im Coecum und den Grimmdärmen findet der Uebergang in Dyslysin statt, von dem ein Theil bei eintretender Alkalescenz durch Ammoniakentwicklung löslich bleiben kann.

Bei diesen Veränderungen geht ein Theil der Gallensäure und des Farbstoffes vom obern Theile des Dünndarmes wieder in die Pfortaderäste, die grössere Menge der Galle wird dagegen mit den Exkrementen ausgeschieden. Von dem Taurin kann ein kleiner Theil aufgenommen werden.

Darmgase.

Die in dem Verdauungskanal aufgefundenen Gase dringen entweder von aussen ein, theils durch Niederschlucken von atmosphärischer Luft, theils indem diese sich dem Speichel beimischt, oder sie bilden sich bei den Verdauungsprozessen. Die von aussen eindringende Luft erleidet Veränderungen, der Sauerstoff verwandelt sich mehr und mehr in Kohlensäure, es nimmt nämlich die mit dem Blute in mittelbare Berührung gekommene atmosphärische Luft Kohlensäure auf und gibt

Sauerstoff ab. Diese Gasart kommt daher vorzüglich im oberen Theile des Verdauungskanals, im Magen und im Dünndarm vor.

Die bei dem Verdauungsprozess im normalen Zustande sich bildenden Gase rühren lediglich von der weiteren Umwandlung der Milchsäure im Dünn- und Dickdarm her, indem hier Kohlensäure und Wasserstoff frei wird. Unter anomalen Verhältnissen sind aber auch die Metamorphosen der übrigen Nahrungsstoffe mit dem Freiwerden von Wasserstoff und Kohlensäure verbunden, und bei spontaner Zersetzung eiweissartiger Körper im Magen entwickelt sich auch Schwefelwasserstoffgas. Unter anomalen Verhältnissen tritt daher häufig durch den ganzen Darmkanal anomale Gasentwicklung auf.

Ganz unaufgeklärt bleiben einzelne Erscheinungen, welche man durch Sekretion von Gasen im Darmkanal bedingt ansah.

Nach Körnbach (*de necessitate aëris atmosphaerici ad sorbitionem chyli adjuvandam. Halae* 1848) drückt die Spannung der im Darme enthaltenen Gase die Speisemassen an die Schleimhaut an und begünstigt die Bildung und Aufsaugung des Milchsaftes.

Resorption, Chylifikation und Lymphbildung.

Resorption im Allgemeinen.

Wir haben bei der Abhandlung über die Verdauung die Veränderungen, welche die von aussen aufgenommenen Nahrungsmittel in dem Darmkanal erleiden, dargelegt. Es wird ein Theil derselben aufgelöst und in den Organismus durch die Gefässe des Darmes aufgenommen, ein anderer als Fäces ausgestossen.

Dieser Durchgang des aufgelösten Nahrungssaftes durch die Lymphgefässe des Darmkanales und der Uebergang in die Blutmasse, den man als Chylifikation bezeichnet, stellt den zweiten Akt der Verdauung dar, mit welchem erst die Aufnahme der Nahrungsmittel in das jeden Stoffwandel im Organismus vermittelnde Blutsystem vollendet ist. Wenn gleich nun die Chylifikation einen eigenen Prozess darstellt und als solcher auch von den älteren Physiologen betrachtet und behandelt wurde, so kann er seinem Wesen nach doch nur als

ein Theil des im Gesammtorganismus verbreiteten Vermögens der Einsaugung, Resorption, angesehen werden, durch welchen bei dem Stoffwechsel dem Blute aus allen Theilen des Organismus Substanzen zugeführt werden. Die neueren Physiologen haben daher mit Recht die Chylifikation der Resorption untergeordnet, und indem wir hier von der letzteren handeln, werden wir die besonderen Verhältnisse der Chylifikation mit in Betracht ziehen.

Unter Resorption versteht man im Allgemeinen den Vorgang, durch welchen die Aufnahme von Substanzen, welche sich im Organismus ausserhalb der Gefässe befinden, in diese selbst erfolgt, und bei welchem diese Substanzen durch Eindringen in die Lymph- oder Blutgefässe in die Blutmasse gelangen. Es sind dieses entweder solche Substanzen, welche eine Zeit lang zur Konstituirung des Organismus gedient haben und beim Stoffwechsel abgestossen werden, die eigentliche Lymphe, und die zur Ausscheidung vermittelst des Blutsystems bestimmt sind, oder solche, welche in den Organismus zur Wiederherstellung der Theile durch Aufnahme frischen Bildungsmaterials eingeführt werden, was eben vorzugsweise durch den Verdauungsprozess bei der Chylifikation geschieht.

Was die Organe, durch welche die Resorption ausgeführt wird, betrifft, so nahm man vor Entdeckung der Lymphgefässe an, dass die Venen die Resorption ausführten. Nachdem die Lymphgefässe entdeckt waren, schrieb man diesen allein die resorbirende Kraft zu, musste jedoch später durch die Untersuchungen von Magendie und Anderen zu der Ansicht gelangen, dass neben diesen auch die Venen zur Resorption geeignet sind. Wir unterlassen es hier, die zahlreichen Untersuchungen, welche zum Beweise dessen angestellt wurden, aufzuführen, und verweisen auf die umfassenderen Lehrbücher von Müller, Valentin, Wagner u. s. w. Es ist durch dieselben unzweifelhaft dargethan, dass sowohl das Venen- als Lymphsystem die Resorption ausführen.

Ueber die Art, in welcher von beiden Systemen die Resorption erfolge, ist man in so weit einig, als man weder dem Kapillargefässsysteme, noch den ersten Anfängen des lymphatischen Gefässsystems offene Mündungen, durch welche sie die Stoffe aufnehmen, zuschreibt, obgleich für das letztere System sich diese Ansicht erst in neuester Zeit festgestellt hat.

Die Resorption suchte man in den älteren Zeiten als eine Vitalitätserscheinung der genannten Gefässsysteme darzulegen. In neuerer Zeit ist man jedoch auch hier auf experimentelle Wege vorgeschritten, und suchte die Gesetze zu erforschen, nach denen Flüssigkeiten in organische Gewebe eingehen und durch dieselben zu dringen vermögen, und gewann so ein neues Feld für die Erforschung der Gesetze der Resorption und der Ausscheidungen.

Die Imbibition kann nur die Aufnahme der Flüssigkeit in die Gefässwandungen bewirken, ein weiteres Durchdringen, das Wiederaustreten aus diesen Wandungen in das Lumen der Gefässe oder nach aussen wird durch Filtration oder Endosmose und Exosmose bedingt, d. h. durch die Gesetze, nach denen Flüssigkeiten durch organische Theile und namentlich Membranen hindurchdringen. Versuche über die einfache Imbibition und Filtration sind wenig angestellt worden, fleissiger wurde die Endosmose untersucht; aber man sieht leicht ein, dass es zunächst nothwendig sein muss, die Gesetze der Imbibition aufzuklären, da diese überhaupt für viele Vorgänge bei dem Stoffwechsel von wesentlichem Einflusse sich zeigen: indessen fehlt es hierüber an jeder genauen Kenntniss und sollen später einzelne Angaben mitgetheilt werden.

Was die Endosmose betrifft, so versteht man darunter die meistens mit Volumensveränderungen eintretende gegenseitige Mischung zweier durch eine permeable Scheidewand getrennter Flüssigkeiten. Da in der Regel von beiden Seiten aus ein Durchtritt durch die Scheidewand, also eine doppelte Strömung, stattfindet, so nannte man den einen Strom Endosmose, den andern Exosmose; mit der ersteren wird die Aufnahme der Stoffe nach innen, mit der zweiten der Austritt nach aussen bezeichnet. Es ist diese Unterscheidung für den Vorgang jedoch nicht wesentlich. Zu den Versuchen über diesen Vorgang sind mehrfache Instrumente angegeben worden, über deren nähere Darlegung wir auf Vierordts *Abhandlung über Transudation und Endosmose* in Wagners *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. III, Abth. 1, S. 631 verweisen.

Da die Gesetze der Imbibition, Filtration und Endosmose für den gesammten Stoffwechsel im Organismus von Wichtigkeit sind und man immer mehr und mehr danach strebt, dieselben mit diesen Gesetzen in Einklang zu bringen, so wollen

wir sie nach Vierordts Darstellung hier mittheilen. Ueber die Absorption der Flüssigkeiten durch thierische Theile, die Imbibition, stellten Chevreul und Liebig Versuche an. Beide bestimmten die Gewichtszunahme verschiedener organischer Substanzen, welche 24 Stunden lang in Wasser, Salzwasser oder Oel gelegt wurden.

Chevreul fand, dass

			Kub. Cent. Wasser	Kub. Cent. Salzwasser	K. C. Oel
100 Grm.	Ohrknorpel	absorbiren	231	125	—
100 -	Sehne	-	178	114	8,6
100 -	gelbe Bänder	-	148	30	7,3
100 -	Hornhaut	-	461	370	9,1.

Liebig fand, dass

100 Theile trockener Ochsenblase absorbiren 268 Wasser, 133 ges. Salzwasser, 38 Weingeist von 84%, von 100 Theile trockene Schweinblase 356 Wasser, 159 ges. Salzwasser und 24 Knochenöl.

Hiernach nahmen thierische Theile von reinem Wasser die grösste, von Oel die geringste Menge auf, und es verringerte der Zusatz von Alkohol oder Kochsalz zum Wasser das Absorptionsvermögen in beträchtlichem Grade. Zur näheren Feststellung dieser Thatsache stellte Liebig Versuche mit der Ochsenblase bei verschiedenen Konzentrationsgraden der Flüssigkeit an.

100 Gewichtstheile Ochsenblase nahmen in 48 Stunden auf:

	Gewichtstheile
reines Wasser	310
von einer Mischung v. 1/3 Wasser u. 2/3 Salzwasser	219
- - - - 1/2 - - 1/2 -	235
- - - - 2/3 - - 1/3 -	288
- - - - 1/2 - - 1/2 Alkohol	60
- - - - 2/3 - - 1/3 -	181
- - - - 3/4 - - 1/4 -	290.

Diese Beobachtungen beziehen sich jedoch lediglich auf die physikalischen Erscheinungen der Imbibition und lassen die chemische Seite ganz unberücksichtigt. Es ist anzunehmen, dass für die einzelnen Bestandtheile zusammengesetzter Flüssigkeiten sich bestimmte Verhältnisse ergeben würden, die für den ganzen Resorptionsprozess von Werth sein dürften.

Die Filtration von Flüssigkeiten durch poröse Membranen ist nur wenig durch Versuche erörtert. Nach Liebig lässt eine Ochsenblase von $^1/_{10}$ Linie Dicke Wasser unter einem Drucke von 12 Zoll Quecksilber, gesättigtes Kochsalzwasser bei einem Drucke von 18 bis 20, Oel bei 34 Zoll durch. Die Filtration wurde bei längerer Berührung der Membran mit den Flüssigkeiten grösser. Bei gemischten Flüssigkeiten treten die Stoffe in verschiedenen Verhältnissen aus. Nach Sömmering verliert Weingeist, in einer Blase der Luft ausgesetzt, fast nur Wasser.

Umfassender sind die Untersuchungen über die Endosmose. Zunächst zeigt dieselbe nach der Beschaffenheit der Membran, welche die Flüssigkeiten trennt, Verschiedenheiten. Eine dünne Kautschuckplatte gestattet zwischen Wasser und wässerigen Lösungen keine Endosmose, wohl aber zwischen Weingeist und Wasser oder zwischen Weingeist und alkoholischen Lösungen. Jerichau fand sehr dünne Lamellen von Marmor, Sandstein, Pfeifenerde tauglich für die Endosmose. Kürschner gibt an, dass verschiedenartige Flüssigkeiten sich durch eine thierische Membran mischen, wenn sie diese nicht zersetzen, oder von ihr zersetzt werden, und sich mit der Feuchtigkeit, die in den Poren der Membran sich findet, mischen oder verbinden können. Die Aufhebung der Endosmose durch die Zersetzung ist jedoch von Bruecke widerlegt. Matteuci und Cima thaten dar, dass die verschiedenartigen Membranen bedeutende Differenzen in der Stärke der Endosmosen darbieten. Die Grösse der Scheidewand hat einen ihrem Umfange adäquaten Einfluss auf die Endosmose. Die Dicke der Membran hat einen entschiedenen Einfluss, je dünner die Scheidewand, um so kräftiger die Endosmose.

Von besonderer Wichtigkeit ist der Einfluss der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeit. Als allgemeines Gesetz stellt sich heraus, dass wässerige Lösungen von Salzen, Alkalien und vielen organischen Stoffen, wenn sie vom Wasser durch eine Blase getrennt werden, an Volumen immer zunehmen, wogegen von dem gelösten Körper eine grössere oder geringere Quantität zum Wasser übergeht.

Jolly stellte die umfassendsten Versuche über die Endosmose verschiedener Substanzen an. Er setzte den Versuch so lange fort, bis die Stoffe, deren Endosmose er gegen Wasser

untersuchte, aus der Röhre gänzlich verschwunden waren und nur reines Wasser in der Röhre sich befand; hierdurch gelangte er zu Zahlen, welche angeben, welch ein Multiplum das eingetretene Wasser, von dem in der Röhre früher vorhandenen, durch Endosmose entfernten Stoffe ist. Dieses Multiplum bleibt für ein und denselben Stoff unter sonst gleichen Verhältnissen bei gleichen Membranstücken dasselbe, und er schlägt vor, dasselbe als endosmotisches Aequivalent zu bezeichnen. Das grösste Aequivalent zeigte das Kalihydrat, also die stärkste Salzbase, das schwächste das Schwefelsäurehydrat, also die stärkste Säure. Saure Salze standen den Säuren näher, neutrale Salze zeigten höhere Aequivalente.

Nach Bernard leitet eine zu Endosmoseversuchen gebrauchte Haut keinen Strom mehr ein, wenn sie eine Zeit lang als Scheidewand für die gleiche Lösung gedient hat.

Um den Einfluss der Konzentration der Lösungen auf die Endosmose zu erforschen, stellte Vierordt mit Kochsalzlösung und Wasser Versuche an. Es ergab sich, dass mit zunehmender Konzentration der Kochsalzlösung die Volumenabnahme des Wassers und der Kochsalzverlust der Lösung zunimmt; dass aber dennoch bei Lösungen von geringerer Konzentration eine verhältnissmässig geringere Endosmose, als bei stark konzentrirten Lösungen erfolgt; das Verhältniss der Volumenveränderung daher ein kleineres, als das der Dichtigkeit ist.

Eine Vergleichung der Endosmose bei verschieden konzentrirten Lösungen in mehreren Zeitabschnitten zeigt, dass das Verhältniss der Endosmose in jedem Zeitabschnitt ein anderes sei, und sich um so verschiedener herausstellt, je grössere Differenzen die Stoffe in der Energie der Endosmose zeigen. Es ist aber durch Jolly dargethan, dass die Menge der in einer Zeiteinheit übertretenden Stoffe, unter sonst gleichen Verhältnissen, der Konzentration der Lösungen proportional ist. Vierordt entnimmt hieraus, dass bei der Endosmose, zwischen zwei verschieden konzentrirten Lösungen desselben Stoffes, die Differenz ihrer Konzentration maassgebend ist für die Menge der übertretenden Stoffe.

Das Verhältniss der Endosmose bei zusammengesetzten Flüssigkeiten ist bisher wenig untersucht. Die chemische Verwandtschaft und die Temperatur üben auf die Endosmose

einen bedeutenden Einfluss, indessen fehlen hier umfassendere Untersuchungen.

Wir können hier nicht weiter in die verschiedenen Verhältnisse der Imbibition, Filtration und Endosmose eingehen, zumal dieselben noch keineswegs in dem Grade erforscht sind, dass durch sie hinreichende Anhaltspunkte für den Stoffwechsel im Organismus gegeben sind. Wir ersehen aber aus den gewonnenen Untersuchungen, dass die bisher als ganz unerklärt gebliebenen Vorgänge bei der Stoffaufnahme und Abgabe im Organismus, zu deren Erklärung man sich mit dem Worte „Vitalität“ begnügen musste, sich den allgemein gültigen chemischen und physikalischen Gesetzen anreihen, und so für diese Vorgänge ein wissenschaftlicher Standpunkt gewonnen wurde, der die weitere Ausbildung auf experimentalem Wege zulässt. Es sollen später die Thatsachen über die Resorption dargelegt, zunächst aber die Frage erörtert werden, auf welche Weise die in die Gefässe vermöge der Resorption aufgenommenen Stoffe durch dieselben fortbewegt werden. Die Bewegung in und durch die Kapillaren des Gefässsystems und der Venen hängen mit dem Kreislaufe des Blutes zusammen und werden daher bei diesem ihre Stelle finden.

Bewegung der Lymphe und des Chylus innerhalb der Gefässe.

Die in die Anfänge der Lymph- und Chylusgefässe aufgenommene Lymphe und Chylus gelangen in die grösseren Stämme dieser Gefässe und gehen durch diese in das Blut über. Es lässt sich diese Bewegung, nach Kürschner, nicht durch fortgesetzte Resorption, d. h. durch Aufnahme neuer Stoffe, welche die vorher aufgenommenen nach den grösseren Stämmen hindrängen, erklären; es wird gerade im Gegentheil das Austreten der aufgenommenen Lymphe aus den ersten Anfängen der Gefässe nothwendig, damit eine neue Aufnahme in dieselben möglich sei. Auch die Kapillarität reicht hierzu nicht aus, sie kann nur das Eintreten von Flüssigkeit bis zu einem gewissen Punkte erklären; ist dieser erreicht, so findet kein weiteres Eindringen statt, bis der Raum wieder leer wird. Die meisten Physiologen nehmen jedoch an, dass die Lymphe in den lymphatischen Gefässen durch die fortdauernde Re-

sorption, wodurch die früher resorbirte Flüssigkeit fortgestossen wird, bewegt werde. Wurmförmige Zusammenziehungen sind in den Lymphgefässen nicht beobachtet worden, und ebenso reagiren sie nicht gegen Reize. Die Klappen sollen nach Müller nur den Einfluss des zufällig hemmenden Druckes nach aussen aufheben, während sie nach Valentin den Rückfluss der Lymphe, aber nicht deren Vorschreiten verhindern. Nach Müller befördern die von ihm entdeckten Lymphherzen der Amphibien die Beförderung der Lymphe in hohem Grade.

Kürschner, welcher die fortdauernde Resorption als Bewegungsursache der Lymphe ganz leugnet, nimmt die Volumenveränderungen der Theile bei der Blut-, Athmungs- und Muskelbewegung als alleinige Ursache der Lymphbewegung an, während Valentin diese nur als Hülfsmittel aufführt. Kürschner führt hierfür den Umstand an, dass die Knochen keine Lymphgefässe besitzen, weil eben in ihnen keine Volumenveränderung stattfindet, und dass im Ruhezustande Anschwellungen der Theile sich bilden.

Die Schnelligkeit und die Kraft der Lymphbewegung ist bis jetzt noch nicht hinreichend untersucht. Cruikshank gibt an, dass er den Chylus mit einer Geschwindigkeit von einem Decimeter in der Sekunde in den Milchsaftgefässen des Gekröses des Hundes fortrücken sah. Ludwig und Noll bestimmten die Kraft bei Hunden und Katzen auf einige Millimeter bis wenige Centimeter Wasserdruck. Es muss aber in diesen Beziehungen, je nach der Veränderung in den genannten Bewegungsursachen, eine grosse Verschiedenheit sich zeigen.

Der Raum der Hauptstämme ist grösser, als der der untergeordneten Saugadern, es muss daher die Geschwindigkeit zunehmen.

Die Lymphdrüsen, deren Bau in der Art sich darstellt, dass in ein grösseres Lymphgefäss sich eine grosse Anzahl kleinerer auflöst, die dann von Neuem in einen Stamm zusammentreten, vermehren die Oberfläche der Lymphgefässe, verstärken die Veränderungen, welche die Lymphe innerhalb der Gefässe erleidet, hindern aber auch die Schnelligkeit der Bewegung.

Unterschied der Venen- und Lymphresorption.

Es ist schon angegeben, dass beide Systeme, das Venen- und Lymphsystem resorbiren, es entsteht daher zunächst die Frage, welchen Unterschied beide Systeme in Bezug auf die Stoffe, welche sie aufnehmen, und in Bezug auf die Art der Aufnahme zeigen.

Die Lymphgefässe nehmen die Lymphe und den Chylus auf. Während letzterer das Produkt der Verdauung ist, ist die Lymphe ein Sekret des Blutsystemes, welches dadurch entsteht, dass durch die Wandungen der Haargefässe fortwährend ein Theil des Blutserums ausschwitzt, theils zur Ernährung und zur Absonderung verbraucht, theilweise aber, nachdem es bei diesem Prozesse durch Abgabe und Aufnahme von Stoffen verändert ist, in die Lymphgefässe übertritt, um durch dieselben in veränderter Form dem Blute zugeführt zu werden.

Man darf aber nicht annehmen, dass die ganze Masse der Parenchymflüssigkeit, welche aus den Blutgefässen austritt, nachdem sie den Prozess, den sie bei der Durchtränkung der organischen Substanz, welcher sie Stoffe abgibt, und von der sie die für sie unbrauchbaren entnimmt, durchgemacht, zur Lymphflüssigkeit werde und durchgehends in die Lymphgefässe eintrete. Wenn man auch behaupten kann, dass der aus dem Blute sezernirte Theil nicht in das Blutgefässsystem zurückkehrt, da zwischen gleichartigen Flüssigkeiten keine Endosmose stattfindet, so treten doch zur Parenchymflüssigkeit neue Bestandtheile hinzu, die dem Blute fremdartig sind, und daher wieder in das Blut zurückkehren können. Nasse, welcher diese Resorption des dem Blute fremdartigen Theiles annimmt, gibt jedoch über die Stoffe und die Menge derselben nichts an.

Der Chylus und die Lymphe, welche eben aus jenem Stoffumsatz hervorgegangen, werden nun lediglich durch die Chylus- und Lymphgefässe aufgenommen, und diese führen unter normalen Verhältnissen nur diese Flüssigkeiten allein. In die Blutgefässe gehen dieselben niemals über, was der Lymphe niemals bestritten ist, und die Annahmen in Bezug auf den Uebergang vom Chylus in die Blutgefässe sind ebenfalls ganz unzuverlässig.

Dahingegen werden die fremdartigen Stoffe, welche der Organismus im aufgelösten Zustande aufzunehmen vermag, wenn auch den Lymphgefässen die Resorption derselben nicht ganz abgestritten werden kann, vorzüglich durch das Gefässsystem resorbirt. Müller erklärt die Aufnahme von Blut- oder Eiterkörperchen aus Blutergüssen oder Eiterabszessen in die Lymphgefässe als völlig fabelhaft, und wo sie sich in denselben fanden, waren sie von aussen eingedrungen oder hatten sich in Folge pathologischer Zustände in denselben erzeugt. Dahingegen sucht er anderweitige Thatsachen auf, welche darthun, dass die Lymphgefässe, wenn auch schwieriger und langsamer, fremdartige Stoffe absorbiren. Nach Kürschner erfolgt dieses nur dann, wenn die fremdartigen Körper wegen Unterbrechung des Kreislaufes nicht direkt in das Blut gelangen, oder wenn sie in so bedeutender Menge vorhanden sind, dass sie von den Blutgefässen nicht schnell genug fortgeführt werden. Im Allgemeinen muss man daher annehmen, dass die fremdartigen Stoffe, welche mit den organischen Theilen in Berührung kommen, durch die Kapillargefässe aufgesogen werden und die vielfachen Versuche über deren Resorption diesen angehören. Stannius hat zwar eine Reihe von Versuchen über die Aufnahme narkotischer Gifte durch die Lymphgefässe nach Aufhebung des Blutumlaufes angestellt; es gelang aber nur in einem Falle, in einem zweiten nicht, das eingeriebene Strychnin und Blutlaugensalz durch Eisenchlorid in der Lymphe der Saugadern nachzuweisen (Vierordts *Archiv für physiologische Heilkunde.* Bd. XI. 1852).

Was von den Nahrungsmitteln in die Blutgefässe und in die Chylusgefässe gelangt, ist nicht bestimmt dargethan. Nach Moleschott ist es wahrscheinlich, dass alle gelösten Nahrungsmittel in die Chylus- und Blutgefässe direkt gelangen; für Eiweiss und Zucker soll die Aufnahme in die letzteren bestimmt dargethan sein; ebenso sollen die löslichen Fettbilder schon im Magen von den Blutgefässen aufgenommen werden.

Was die Art der Aufnahme von Stoffen in beide Gefässe betrifft, so ist es dargethan, dass beide nur die Stoffe im aufgelösten Zustande aufnehmen, namentlich gilt dieses für das Lymphsystem, und ebenso bestimmt haben die Versuche ergeben, dass die Kapillargefässe ungleich schneller die Stoffe aufnehmen und fortführen, wobei nicht allein die schnellere

Bewegung im Blutsystem, vielmehr auch die raschere Diffusion der Stoffe in der Blutmasse anzunehmen ist.

Verschiedenheit der Resorption nach den Stoffen und den Körpertheilen.

Die Aufsaugung zeigt sich sowohl nach den Stoffen, welche mit den resorbirenden Gefässen in Berührung gebracht werden, als auch nach den Theilen des Körpers, auf welche diese Stoffe einwirken, verschieden. Wir müssen es hier unterlassen, die grosse Zahl von Beobachtungen über die Aufnahme der einzelnen Stoffe und der Schnelligkeit derselben mitzutheilen, und uns darauf beschränken, die allgemeinen Resultate in dieser Beziehung anzugeben.

Im Allgemeinen erfolgt auf Membranen die Aufsaugung leichter, als im Parenchym, jedoch muss der Stoff sich auf der Membran leicht verbreiten können. Sehr diffusible Körper sind aus diesem Grunde oft leichter und schneller resorbirbar als Wasser, dessen Eindringungsvermögen sonst am grössten ist. Je grösser die Fläche, mit welcher der Stoff in Berührung kommt, um so stärker ist die Resorption. Am schnellsten werden in den Lungen gasförmige oder tropfbar-flüssige Körper aufgenommen. Fast ebenso schnell wirken manche Substanzen, die mit der Konjunktiva in Berührung gebracht werden. Die Schleimhaut des Darmkanals wirkt langsamer; nach Kürschner soll dieses nicht durch die hier dickere Schleimlage, vielmehr dadurch erzeugt sein, dass sich die Flüssigkeiten im Darmkanal nicht über eine so grosse Fläche verbreiten und das Blut im Darmkanal erst durch das Kapillargefässsystem gehen muss, so dass hierdurch die langsame Wirkung bei narkotischen Giften, mit denen man Versuche anstellte, zu erklären ist. Nach Bernard stört jedoch der Schleim auf der Magenschleimhaut die Endosmose. Ueber die Resorption der Harn- und Geschlechtswerkzeuge fehlen die Erfahrungen. Schneller als im Darmkanal erfolgt die Resorption in den serösen Häuten, besonders in der Pleura, langsamer im Herzbeutel, noch langsamer in der Bauchhöhle. Auf der Arachnoidea soll die Wirkung schnell eintreten.

Im Parenchym und im Zellgewebe tritt die Wirkung schwächer, wenn auch schnell ein, hält aber längere Zeit an.

Die Aufsaugung der Haut ohne Korrosion der Epidermis ist zwar unter bestimmten Verhältnissen nicht zu leugnen, namentlich für manche Mittel, jedoch bis jetzt noch nicht erklärt, und bedarf bei der Unkenntniss über die Hautdrüsen und den mannigfachen Mängeln der Beobachtung erst weiterer physiologischer Forschungen, wenngleich die Therapie diese Art der Einbringung der Heilmittel sehr häufig anwendet.

Vom Lymphsysteme.

Die Funktion des Lymphsystems besteht darin, den zur Ernährung nicht gebrauchten Theil der aus dem Blute ausgeschwitzten Parenchymflüssigkeit, welcher zugleich aus dem Parenchym der Organe die von diesem wieder abgegebenen Stoffe aufnimmt, durch die Lymphgefässe hindurchzuführen, sie hier zu verändern und in dieser veränderten Gestalt wieder in das Blutsystem zurückzuführen. Die Nothwendigkeit dieses Vorganges liegt in der besonderen Organisation bestimmter thierischer Körper, sie ist in der Thierwelt nicht durchgehends vorhanden, findet sich vielmehr nur bei den Wirbelthieren. Bei der einfachsten Organisation werden die aus den Nahrungsmitteln abgegebenen assimilirbaren Stoffe sogleich zur Ernährung der einzelnen Gewebe verwandt, es findet bei ihnen weder ein Blutkreislauf, eine Lymph- oder Chylusbildung in der angegebenen Art statt, vielmehr nur ein endosmotischer Austausch in den einzelnen Portionen der Parenchymflüssigkeit. Es kommt dieses jedoch nur bei solchen Thieren vor, bei denen die Kleinheit des Körpers und die Gleichförmigkeit des Baues eine Kompensation der etwaigen lokalen Veränderungen in der Ernährungsflüssigkeit mit hinreichender Leichtigkeit und Schnelligkeit erlaubt. Schon bei einer grossen Anzahl von Wirbellosen finden wir das Blut in einem vollständig geschlossenen Systeme von Gefässen zirkuliren. Aus diesem transsudirt die Parenchymflüssigkeit in das Gewebe und tritt dann die Lymphflüssigkeit auf endosmodischem Wege in dasselbe zurück; es bedarf hier des Lymphgefässsystems nicht. Es fehlen dann auch die Leitungsapparate des Chylus, indem dieser zum Theil vielleicht unmittelbar von den Gefässen des Darmkanales aufgenommen wird, zum Theil in die Leibeshöhle gelangt, eine Zeit lang hier verharrt und Chyluskörper bildet.

Es bildet jedoch häufiger bei den Wirbellosen das Blutgefässsystem keinen geschlossenen Apparat, wird vielmehr in grösserem oder geringerem Umfange durch wandungslose Gänge und Räume vertreten. Es fehlen dann die Kapillargefässe, das Blut tritt aus den freien Enden der Arterien unmittelbar an die einzelnen Organe des Körpers, um sie zu ernähren, wobei die Bedeutsamkeit der Parenchymflüssigkeit zunimmt, indem nur wenige grössere Kommunikationen zwischen Arterien und Venen verbleiben, die grosse Massen von Parenchym umschliessen und die von der Parenchymflüssigkeit durchtränkt werden. Bei dieser Organisation tritt die Leibeshöhle, in die beim Mangel besonderer Gefässe ein grosser Theil des Chylus transsudirt, in offene Kommunikation mit dem Zirkulationsapparate, und zwar zunächst mit dem venösen Theile desselben, so dass in dem Körper eine Mischung aus beiden Flüssigkeiten zirkulirt. Es kann aber noch eine weitere Reduktion dadurch herbeigeführt werden, dass die Leibeshöhle schwindet und dem Chylus dadurch die Gelegenheit genommen wird, sich anzusammeln und körperliche Elemente in sich zu entwickeln. Er wird dann unmittelbar aus den Nahrungsstoffen als eine Parenchymflüssigkeit in die Substanz des Körpers übergeführt.

Bei den höheren Thieren hat man allgemein die Lymphgefässe gefunden, mit Ausnahme der dem Fötus in den ersten Monaten angehörenden Organe, der Plazenta, der Gehirnsubstanz und der Knochen. Für den Fötus wird dieses durch die besondere Zuführung des Bildungsmaterials erklärlich.

Die ersten Anfänge der Lymphgefässe zeigen sich nach J. Müller in einer zweifachen Form. Sie stellen entweder Netze mit bald mehr länglichen, bald mehr gleichförmigen Maschen dar, oder miteinander zusammenhängende kleine mehr oder weniger regelmässige Zellen. Letztere Form zeigt sich am Nabelstrang und in der Kornea, kann sich aber auch bei fehlerhaft ausgeführten Injektionen darstellen, bei welchen sich die Zellen des Zellengewebes füllen. Herbet handelt über den Ursprung der Lymphgefässe. In dem Bindegewebe auf der vordern Fläche des starken Nerven des Vorderfusses des Pferdes bemerkt er eine Menge zylindrische Hervorragungen, welche in ihrer regelmässigen Form, Anwendung und Textur eine merkwürdige Aehnlichkeit mit den Darmzotten zeigten,

und erkannte diese als die unversehrten blinden Wurzeln der Saugadern (*Göttinger gelehrte Anzeigen.* 15. Nov. 1847).

Ueber den Bau und die Entwicklung der Lymphdrüsen sind von Engel (*Prager Vierteljahrschrift*, Bd. II, S. 111) neuere Untersuchungen angestellt worden, und zwar bei Schafembryonen an den Lymphdrüsen in dem über dem Theilungswinkel der Bauchaorta gelegenen Plexus. Die neugebildeten Saugadern bestehen, gleich den Blutgefässen, aus einer einzigen, mit längsovalen Kernen besetzten, übrigens strukturlosen Haut; die weitesten haben 0,013‴ Durchmesser. In denjenigen, die zu einer Lymphdrüse treten, bemerkt man in der Mitte einen dunkleren Streif, der in einiger Entfernung von der Drüse allmälig beginnt, immer markirter wird und das anfangs unpaare und ungetheilte Gefäss in zwei parallel und hart neben einander hinziehende Gefässe trennt. In den zwei aus der Theilung eines unpaaren Gefässes hervorgehenden Lymphgefässästen beginnt die erste Bildung der Lymphdrüse. Bei sorgfältiger Untersuchung findet man gewöhnlich nur an einem der beiden Aeste eine Stelle, an der zwischen die ovalen Kerne runde Kerne eingebettet erscheinen; diese Stelle ist die künftige Lymphdrüse. Die Kerne, anfangs 5 bis 6, welche zu Zellen von ,0015‴ Breite gehören, häufen sich nun mehr an und die Zellen verschmelzen. Bald lässt sich dann ein deutlicher Drüsengang entdecken. Auch das eigentliche Drüsengefäss spaltet sich vor dem Eingange in die Drüse, so dass ein Ast am Rande verläuft, während der andere durch die Drüse verläuft, und sich die Theilung allmälig zu beiden Seiten auf die von der Drüse entfernten Parthien fortsetzt. Heyfelder fand die Hülle der Lymphdrüsen beim Menschen vorzugsweise aus Bindezellen gebildet, mit nur einzeln eingestreuten Muskelfaserzellen.

Die Zusammensetzung der Lymphe ist im Allgemeinen schon in dem *Handbuche der medizinischen Chemie* angegeben, wir müssen hier jedoch einige für die Physiologie wichtigere Verhältnisse näher darthun, obgleich allerdings die Kenntniss in den meisten dieser Beziehungen nur sehr gering ist.

Es ist einleuchtend, dass es von grosser Wichtigkeit wäre, die Verschiedenheit, welche die Lymphe nach den verschiedenen Körpertheilen besitzt, zu kennen, es ist jedoch nur wenig hierin geleistet. Das Sekret der Kapillargefässe, das

sich unter normalen Verhältnissen bei den Ausschwitzungen in verschiedenen Theilen des Körpers ansammelt, kann, wenn man auch von der anomalen Entstehung absieht, deswegen nicht als reine Lymphe betrachtet werden, weil die von den Lymphgefässen aufgenommene Flüssigkeit nicht das einfache Sekret der Blutgefässe ist, vielmehr erst aus einem Prozesse hervorgeht, den dieses Sekret mit dem Parenchym der Organe durchmacht. Dieser Prozess ist aber je nach dem Theile verschieden; ist nach Nasse das Organ ein absonderndes, so geht je nach der Natur des Abgesonderten bald mehr Wasser, bald mehr Kohlensäure, bald mehr Eiweiss oder ein anderer fester Bestandtheil verloren. Ebenso gehen bei der Ernährung einerseits Farbstoff, Eiweiss, Fett, Sauerstoff, andrerseits thierische Oxyde, Harnstoff und Harnsäure, oder Stoffe, welche sich weiter in diese umwandeln, theilweise in das Blut, theilweise in die Lymphe über. Diese Entstehungsart weist auf eine Verschiedenartigkeit der Lymphe in den verschiedenen Körpertheilen hin, deren genaue Darlegung aber nicht gelungen. Im Allgemeinen soll die aus den Sekretionsorganen zurückkehrende Lymphe mehr Eiweiss und weniger Wasser enthalten, als die in den nicht absondernden Theilen gebildeten. Die Lymphe nach ihrem ersten Entstehen, und zwar aus einem Saugaderstamm des Fusses, stellte nach Müller, Nasse, Marchand und Colberg eine klare gelbliche bis grünliche Flüssigkeit dar, die nach einiger Zeit an der Luft gerann. Der farblose Kuchen, der sich innerhalb des Lymphserums erzeugte, schloss verhältnissmässig viele Lymphkörperchen ein. Nach Valentin gerann die gelbliche Flüssigkeit, die er aus einer Saugaderwunde des oberen Drittheils der Vorderseite des Unterschenkels, unmittelbar neben der Schienbeinkante, erhielt, fast gar nicht. Einzelne Mengen derselben, die hermetisch verschlossen aufbewahrt wurden, hatten ihre flüssige Beschaffenheit noch nach 24 Stunden beibehalten. Die mikroskopische Untersuchung wies nur sehr wenig körnige und meist nicht vollkommen runde, sondern platte Körperchen nach. Freie grosse Oeltröpfchen kamen zu keiner Zeit vor. Hatte das Ganze einige Zeit in einer luftdicht geschlossenen Pipette gestanden, so setzte sich eine grosse Menge überaus kleiner Molekule ab. Man bemerkt ausserdem einzelne sparsame körnige, zum Theil platte und unregelmässige Körperchen,

Krystalle von Gallenfett und von anderen unbestimmbaren Verbindungen. Diese Bestandtheile konnten noch ein Jahr darauf ebenfalls wahrgenommen werden. Nach Nasse ist die Lymphe in den Gefässen der Gliedmaassen und des Halses eine ganz dünne, klare, durchsichtige, blassgelbliche, etwas grünliche, bei den Fischen fast ganz wasserhelle Flüssigkeit. Aus den Lymphdrüsen läuft sie beim Einschnitte trübe und etwas dicklicher aus. Eine rothe Farbe zeigt zuweilen die Lymphe der Milz, doch sind hierüber die Angaben der Beobachter verschieden, und soll dieses nach Nasse davon abhängen, ob das Thier gefressen oder gehungert hat, im letzteren Falle fand er in der Milz die Lymphe stets roth. Tiedemann und Gmelin fanden auch die Lymphe der Leber und des Beckens roth.

Die Veränderungen, welche die Anfangslymphe bei ihrem Vorschreiten erleidet, bestehen darin, dass die Lymphe sich mehr der lebendigen Blutflüssigkeit nähert, die Eiweissmenge zunimmt und die Salzverbindungen geringer erscheinen, das Eiweiss geht zum Theil in Faserstoff über, daher die Lymphe zur Gerinnung schneller geneigt wird. Es nimmt auch die Zahl der Lymphkörperchen zu. Die Bildung dieser Lymphkörperchen ist vielfach ein Gegenstand des Streites unter den Physiologen gewesen. Sie sind ihrer Natur nach als junge, aber vollkommene Zellen anzusehen, die nicht durch Resorption in die Lymphgefässe gelangen, vielmehr innerhalb derselben durch Präzipitation entstehen, und es ist nach Nasse wahrscheinlich, dass eine Oxydation des Protein das eigentliche Wesen der Bildung der Lymphkörperchen sei. Sowohl Harnstoff als Schleim und Bioxyd des Proteins, alle drei in Wasser und Essigsäure unlösliche Stoffe, mit denen der unlösliche Bestandtheil der Lymphkörperchen Aehnlichkeit hat, bilden sich dadurch aus dem gemeinsamen Grundstoffe, dass dieser entweder Sauerstoff mit oder ohne Wasserstoff aufnimmt oder Kohlenstoff mit mehr oder weniger Stickstoff abgibt. Es wird sich nun bei der Analyse herausstellen, dass sich in der Lymphe wahrscheinlich ein Ammoniaksalz vorfindet, welches in dem Serum fehlt; dass Kohlensäure in ihr gebildet wird, beweiset das aus den Lymphdrüsen zurückkehrende Venenblut, welches anstatt des abgetretenen Sauerstoffes Kohlensäure aufgenommen hat. Somit stehe der Annahme nichts im Wege,

dass durch Abgabe von Kohlenstoff und etwas Stickstoff in Form von Ammoniak eine Bildung des Schleimstoffs, Harnstoffs oder Proteinbioxyds und dadurch die Entstehung des Lymphkörperchens, welches verschiedene Modifikationen des Proteins in sich schliesst, veranlasst werde.

Bei der Unbestimmtheit über die Veränderungen der Lymphe je nach dem Alter, dem Geschlechte, der Nahrung u. s. w. müssen wir es unterlassen, das Wenige, was hierüber mitgetheilt ist, aufzuführen.

Die Funktion der Lymphgefässe müssen wir nach dem Dargelegten darin erkennen, dass sie von der aus den Blutgefässen ausgeschwitzten Parenchymflüssigkeit den Theil, welcher zur Ernährung nicht verwandt wird und auch zum Zurücktritt in die Blutgefässe nicht geeignet ist, aufnehmen, denselben in der angegebenen Art umwandeln, zur Aufnahme in das Blut geeignet machen und wieder zu demselben zurückführen.

Während das Blutgefässsystem die fremdartigen Stoffe selbst aufzunehmen vermag, werden ihm die organischen Materien, welche wesentlich der Nutrition angehören, die Lymphe und der Chylus, durch ein eigenes Gefässsystem zugeführt. Kürschner sucht diese Erscheinung zu erklären. Jede Thätigkeit hängt nämlich von der Integrität der chemischen Vorgänge des Körpers ab, und Ernährung und Absonderung sind Prozesse, die in keiner Weise eine Unterbrechung erleiden können, sondern in einem gewissen Grade stetig erfolgen müssen. Bei der langsamen Bewegung der Flüssigkeit in den Lymphgefässen wird auf der einen Seite das frische Material für jene Prozesse, welches der Darmkanal aus den Nahrungsmitteln ausscheidet, der Chylus, langsam und in kleinen Quantitäten dem Blute immer zugemischt, in dem Maasse, als es der Organismus bedarf, und das Kolliquament der organischen Substanz als ein Theil der Lymphe, und diese überhaupt erscheint ebenfalls nur allmälig und in der Menge im Blute, in welcher sie zu weiteren Endzwecken nothwendig wird.

Das Blutsystem würde nicht im Stande sein, bei seiner schnellen Resorption, seiner schnellen Bewegung und bei seinen Funktionen für den Stoffwandel das normale Verhältniss zwischen Konsumption und Ernährung zu erhalten. Dahingegen bezweckt die schnelle Resorption fremdartiger Sub-

stanzen durch das Blutsystem auch deren schnelle Entfernung, so dass die Nachtheile, welche sie auf die Ernährung auszuüben im Stande sind, möglichst vermieden oder vermindert werden.

Vom Chylus.

Der Chylus ist die von den Lymph- oder Chylusgefässen der Verdauungsorgane aus dem Chymus aufgenommene Flüssigkeit, welche durch diese Gefässe zum Ductus thoracicus und von diesem zum Blute geführt wird. Er stellt somit die frische, dem Körper aus den aufgenommenen Speisen zugebrachte Ernährungsflüssigkeit dar.

Die Chylusgefässe entspringen theils in der ganzen Schleimhaut des Darmkanals, theils in den Zotten derselben.

Die Untersuchungen über die Bildung und den Bau der Chylusgefässe sind in den letzten Jahren mit grossem Fleisse geführt worden. Nach Weber schicken die Chylusgefässe, welche in der Tunica propria der Gedärme des Menschen neben den Venen liegen, Aeste in die Darmzotten, die sich in ihnen in kleinere Zweige theilen und endlich ein Netz von Chylusgefässen bilden, dessen Zwischenräume mindestens eben so eng sind, als die des Haargefässnetzes, das die Arterien und Venen verbindet. Ein ähnliches Netz beobachtete Weber in den Zwischenräumen zwischen den Darmzotten, nicht aber an den Wänden der Lieberkühnschen Drüsen.

Gerlach, Frerichs und Henle halten das zentrale Lymphgefässstämmchen der Zotte für den Anfang des Saugadersystems des Darmes. Nach Nuhr und Krause treten feinere netzförmige Aeste, hauptsächlich in der Spitze der Zotte zur Bildung des zentralen Gefässes zusammen, was jedoch von Henle (Canstatts *Jahresbericht*, 1850, S. 37) widerlegt wurde. Auch Langenbeck fand in jeder Zotte nie mehr als ein einziges, das bekannte Zentralgefäss.

Die chemische Beschaffenheit des Chylus ist im Allgemeinen schon in dem *Handbuch der Chemie* angegeben, wir haben hier jedoch vorzüglich die Verschiedenheiten, welche der Chylus je nach dem Orte und nach den genossenen Nahrungsmitteln zeigt, darzulegen. In der ersteren Beziehung hat Nasse die wichtigsten Untersuchungen zusammengestellt. Im Vergleich

zu dem Chylus in der Cisterna chyli, ist der Chylus vor dem Durchgang durch die Gekrösknoten nie röthlich, wie jener, immer weisslich, selbst bei leerem Darmkanal, und röthet sich auch nicht an der Luft. Er ist ferner weniger gerinnbar, trennt sich nicht in Kuchen und Serum, wird nur konsistenter an der Luft. Er enthält also weniger oder gar keinen Faserstoff, keinen Cruor, dabei weniger Eiweiss, aber mehr Gallerte (Extraktivstoff, Natronalbuminat), und ist deutlich alkalisch. Unter verschiedenen Umständen, bei vollem und leerem Darmkanal, bleibt er sich viel mehr gleich, als der Chylus im Milchsaftgang. Der Chylus unmittelbar nach dem Durchgange durch die Gekrösdrüsen, hat eine gelblichweisse oder etwas röthliche Farbe, koagulirt stärker als der Chylus vor diesem Durchgange, aber nicht so vollständig, wie der im Milchbrustgange, bildet einen kleinern, weniger zusammenhängenden, elastischen Kuchen, und scheidet ein trübes, nicht, wie der Chylus aus dem höheren Theile des Kanales, helles Serum aus. Durch Zunahme an Faserstoff, Eiweiss und Blutroth, nebst phosphorsaurem Eisen und Abnahme an Gallerte unterscheidet er sich von dem frisch gebildeten Chylus und nähert sich hierin dem mit der Lymphe gemischten. Der Chylus aus dem obern Ende des Brustganges zeigt sich gelblichgrau, und durch geringere Röthung an der Luft, schwächere Gerinnung, Bildung eines lockern Kuchens und geringen Faserstoffgehalt verschieden von dem Chylus aus der Mitte des Milchsaftganges. Nasse hält diese letztere Verschiedenheit, wie sie Reuss und Emmert fanden, dadurch begründet, dass dieser Theil des Chylus sich wegen der angelegten Ligatur nicht mit der Lymphe vermischen konnte, wie dieses bei dem aus der Mitte des Kanals während des Ausfliessens der Fall war. Prout fand in dem Inhalt der Milchgefässe weniger Eiweiss, als in dem des Ductus thoracicus. Leuret und Lassaigne bemerken, dass wenn bei Pferden der Inhalt der Milchgefässe auch ganz weiss, also fetthaltig war, der des Ductus thoracicus sich durchscheinend und nicht fetthaltig zeigte. Nach Tiedemann und Gmelin war der Chylus von einem mit Hafer gefütterten Pferde vor dem Durchtritt durch die Drüsen gelblichweiss, leicht röthlich und gerann nicht; bei einem andern zeigte er eine weisse Farbe, ebenso auch sein Serum nach Bildung einer sehr dünnen, gelblichen, durchsichtigen, hautartigen

Plazenta; er enthielt viel weniger Eiweiss, aber nicht weniger in Wasser lösliche Extraktivstoffe, dagegen weit mehr in Alkohol lösliche Theile, hauptsächlich Fett, als der Chylus des Milchbrustganges. Der Inhalt der Lymphgefässe des Dickdarms war blassgelb, gerann sehr wenig, gab fast so viel Wasser, wie der übrige Chylus, keine geringeren Mengen Eiweiss und in Wasser löslichen Extraktivstoff als dieser, gar kein Fett, aber viel in Alkohol löslichen Extraktivstoff und Kochsalz. Unmittelbar nach dem Durchgange durch die Mesenterialknoten war der Chylus ebenso hellroth und gerann ebenso vollständig, als der Chylus des Milchbrustganges. Sein Serum war etwas stärker milchig. Chemisch unterschied er sich durch grösseren Gehalt an festen Bestandtheilen, sowohl der Plazenta, als des Serums, am meisten an Fett, dann an Fleischextrakt und Kochsalz, an Eiweiss war er dagegen ärmer. Dennoch sprachen Tiedemann und Gmelin dem Chylus vor dem Durchgang durch den Gekrösknoten alle Gerinnbarkeit ab, was jedoch durch ihre eigene Beobachtung und die von Burdach, Schultz und Andern widerlegt wird.

Was die Chyluskörperchen betrifft, welche nach Nasse aus Fett und Faserstoff bestehen und von denen nur ein Theil der Peripherie Käsestoff sein kann, so zeigen sie sich nach Arnold vor dem Durchgange durch die Mesenterialknoten nur sparsam, reichlicher nach demselben. Nasse fand den Reichthum an Chyluskörperchen in dem Safte der Mesenterialknoten immer grösser, als in dem Chylus des Brustganges; vor diesem Durchgange fand er bei Kälbern Körperchen von noch nicht vollständiger Ausbildung, deren Gehalt an Fett stärker zu sein schien. Die in dem Milchbrustgang befindlichen Chyluskörperchen sind etwas dunkler, etwas kleiner und von regelmässigerer Grösse, als die aus den Gekrösknoten. Immer muss man annehmen, dass sich die Chyluskörperchen erst in den Chylusgefässen bilden, nicht aber schon im Chymus vorhanden sind. Nach Schwann und Valentin bildet sich das Chyluskörperchen, indem zuerst ein Kern, und um diesen die Hülle sich bildet. Nach Nasse ist jedoch das Chyluskörperchen zuerst ein lockeres Agglomerat von Eiweiss und Fettpartikelchen, in deren Mitte sich erst der Kern bildet.

Die wesentlichen Veränderungen des Chylus, während seines Durchganges durch die Chylusgefässe, bestehen in der

Vermehrung seines Eiweissgehaltes und der Verminderung seines Extraktivstoffes und Fettes, in dem Auftreten der Veränderung der Chyluskörperchen. Der Farbstoff, durch welchen der Chylus die rothe Farbe annimmt, ist Blutroth, und es haftet derselbe, wie Arnold dargethan, an den Chyluskörperchen; es sieht derselbe die gerötheten Körperchen für neu entstandene Blutkörperchen an, worin Nasse beistimmt. Nach diesem kommt das Blutroth des Chylus hauptsächlich aus der Milzlymphe, denn vorher ist seine Röthe und sein Gehalt an Blutkörperchen, nach den Erfahrungen aller Beobachter, höchst unbeträchtlich, nach Nasse sogar gar nicht vorhanden.

Die älteren Physiologen nahmen zur Erklärung dieser Veränderungen an, dass aus den Mesenterialdrüsen eine besondere Flüssigkeit sich dem Chylus beimische; später nahm man an, dass in diesen Drüsen nur eine innigere Vermischung des Chylus erfolge oder nicht passende Stoffe ausgeschieden werden. Nach Tiedemann und Gmelin soll ein grosser Theil der Bestandtheile des Chylus von dem Blute aufgenommen werden, nämlich Faserstoff und Eiweiss, Speichelstoff, Blutroth; nicht aber Blutkörperchen. Arnold dehnt diese Wechselwirkung des Blutes mit dem Chylus auch auf die Gefässe ausserhalb der Mesenterialknoten aus, und sieht als aus dem Blute und der Lymphe hervorgegangen besonders die Milzlymphe, den Faserstoff, das Blutroth und das Alkali an; der Sauerstoff des Blutes soll durch seinen Uebertritt zum Chylus für die Ausbildung desselben wirksam sein. Den Drüsen schreibt er eine den Faserstoff aus dem Eiweiss bildende Kraft zu. Den Einfluss der Milzlymphe gesteht er zu und vertheidigt auch die von Berthold aufgestellte Ansicht, dass die Lymphe der Leber durch ihren Gehalt an Galle einen grossen Einfluss auf die Ausbildung des Milchsaftes habe. W. F. Burdach nimmt neben dieser Aufnahme auch eine Abgabe von Stoffen an das Blut an. In welcher Art diese Wechselwirkung zwischen den Chylus- und Blutgefässen erfolge, ob durch Anastomosen oder auf endosmotischem Wege, ist nicht mit Sicherheit entschieden.

In der Zufuhr des Chymus zum Blute und in der Veränderung desselben, welche bei der Blutbildung in Bezug auf den Uebergang der Chyluskörperchen in die Blutkörperchen näher darzulegen sind, besteht die Funktion der Chylusgefässe.

Die Versuche über die Veränderungen des Chylus je nach der Nahrung, haben nicht übereinstimmende Resultate geliefert. Fordyce will gar keinen Unterschied gesehen haben, ob man Hunde mit Fleisch oder Mehlspeisen fütterte. Nach Prout und Marcet wird der Chylus bei Fleischnahrung an der Luft röther als bei Pflanzennahrung, Leuret und Lassaigne nahmen jedoch gerade das Gegentheil an. Die Untersuchungen von Tiedemann sind schon im *Handbuche der medizinischen Chemie*, S. 454, angegeben. Fetthaltige Nahrung macht den Chylus weisser und fetthaltiger, während Gummi, Amylum, Gallerte und Käsestoff nicht in denselben übergingen. Im Allgemeinen haben diese Untersuchungen jedoch keine sichern Resultate geliefert.

Vom Blute.

Das Blut ist bei allen Wirbelthieren der Mittelpunkt des gesammten Stoffwandels; alle dem Körper von aussen zugeführte Stoffe, sowie die bei der Umsetzung der Organe sich lösenden Materien gehen in das Blut über, welches dann zu allen Vorgängen der Ernährung und der Absonderung den Stoff hergibt. Es ist aber die Funktion des Blutes nicht auf diese materiellen Vorgänge im Organismus allein beschränkt, es übt vielmehr auch einen belebenden Einfluss auf alle Thätigkeiten, namentlich die des Nerven- und Muskelsystems aus.

Diese belebende Thätigkeit erkennt man an dem Aufhören aller Thätigkeit eines Theiles, sobald der Blutfluss zu ihm gehemmt wird; der Muskel führt dann weder willkürliche Bewegungen aus, noch ist er für Reflexreize empfänglich, selbst der Galvanismus vermag bald keine Kontraktionserscheinungen bei ihm hervorzurufen. Es können aber diese Störungen nicht durch den Verlust der Ernährung herbeigeführt sein, denn sie treten sofort nach Hemmung des Blutzuströmens auf. Nasse zeigt aus den Folgen allgemeiner Blutverluste die Wichtigkeit einer normalen Menge des Blutes für die Thätigkeit des Nervensystems. Anderseits wird die belebende Wirkung des Blutes durch die Erscheinungen bei der Transfusion dargethan, und nach v. Humboldt werden selbst erschlaffte, aufgeschnittene Theile, wie das schon bewegungslose Herz des Frosches, durch Eintauchen in Blut wieder einigermaassen belebt.

Diese belebende Kraft wird durch das Arterienblut ausgeführt. Wird die Umwandlung des venösen Blutes in das arterielle durch Asphyxie gestört, so erfolgt, wie Bichat dargethan, der Tod durch Lähmungen des Gehirns und des Nervensystems. Bei der Blausucht leiden Ernährung und Absonderung wenig, während die Funktionen des Muskel- und Nervensystems stark darniederliegen. Das Verhältniss des arteriellen und venösen Blutes zu den Funktionen bestimmter Organe scheint jedoch nach eigenen Gesetzen sich zu gestalten, die noch wenig erforscht sind. Nasse stellt in Wagners *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. 1, S. 211, hierher gehörende Beobachtungen zusammen. Das Venenblut hebt schneller die Thätigkeit der Nerven, als die Reizbarkeit der Muskeln auf, wogegen der Antrieb zum Herzschlage vom venösen Blute ausgeht.

Die meisten Beobachter, so Prévost, Dumas, Dieffenbach, Bischof, J. Müller, Wagner u. A., haben den Blutkörperchen diese belebende Wirkung zugeschrieben. Hatte man einem Thiere bis zur Ohnmacht Blut entzogen, so wird es durch Einspritzungen von reinem Serum oder Wasser nicht wieder erweckt, wohl aber geschah dieses, wenn man Blut, welchem durch Schlagen der Faserstoff entzogen war, so dass es nur Serum und Blutkörperchen enthielt, einspritzte; am wirksamsten zeigt sich das Blut von derselben Thierart. Nasse erkennt in der Wahrnehmung einer Menge blitzender Punkte vor den Augen, wenn man anhaltend gegen den blauen Himmel sieht, einen direkten Beweis, dass die Blutkörperchen den Reiz auf die Nerven ausüben. Er wirft die Frage auf, ob diese Einwirkung eine chemische oder mechanische sei, und hält die mechanische für leichter begreiflich, als die unmittelbar chemische. Diese könnte nur darin bestehen, dass das Blutkörperchen Sauerstoff abgibt, es könnte aber diesen nicht direkt an die Nervensubstanz abgeben. Für eine elektrische Einwirkung lässt sich kaum eine deutliche Vorstellung gewinnen.

Nach J. Müller besitzt das Blut nicht blos eine belebende, sondern auch selbst eine lebendige Thätigkeit, die sich zwar nicht in einem Phänomen an seinen einzelnen Elementen den Sinnen darlegt, dennoch aber sicher vorhanden ist. Das Blut wird von dem belebten und gereizten Theile angezogen, es

besteht eine lebendige Wechselwirkung zwischen dem Blute und den organisirten Theilen, an der das Blut ebenso Antheil hat, als die Organe selbst, wie dieses beim Turgor vitalis und bei der Organisation des unter krankhaften Verhältnissen ausgeschwitzten Faserstoffes sich zeigt. Besonders wichtig ist nach J. Müller in dieser Beziehung die richtige Auffassung der Bedeutung der Blutkörperchen. Man muss diesen dieselben allgemeinen Lebenseigenschaften, wie allen übrigen Zellen zuschreiben, d. h. lebendige Wechselwirkung der Zellen unter sich und mit Zellen anderer Art, mit Gewebtheilchen der Organe, Umwandlung der umgebenden Flüssigkeit (metabolische Wirkung) und Ausübung eigner, an ihre Struktur und chemische Zusammensetzung gebundener Lebensthätigkeit. Hiernach ist der Liquor sanguinis das eigentliche Cytoblastem des Blutes, aber auch Cytoblastem für alle Organe. Aus der Blutzelle selbst entstehen nie Gewebetheile. Es ist vielfach die Ansicht aufgestellt worden, und zwar schon von Leeuwenhoek, dass die Blutkörperchen zur Ernährung dienen, es ist aber durch Magendie's Versuche auf das Bestimmteste dargethan, dass die Blutkörperchen im Serum aufgelöst werden. Derselbe injizirte Thieren Blutkörperchen von verschiedener Form, konnte dieselben aber am folgenden Tage nicht mehr auffinden. Nach Schultz soll dieser Auflösungsprozess in der Leber stattfinden.

Entstehung des Blutes.

Bei dem Fötus bildet sich das Blut aus dem mütterlichen Körper, er erhält jedoch aus diesem nur die farblose Blutflüssigkeit. Nach der Trennung der Frucht von dem mütterlichen Körper, bei dem Geborenen, werden die Substrate zur Blutbildung durch den Chylus und die Lymphe gegeben, und die Aufnahme dieser Flüssigkeit in Verbindung mit den Respirationsvorgängen bedingen die vollständige Blutbildung, zu denen dann noch die Veränderungen des vom Darmkanale zurückkehrenden Blutes in der Leber hinzutreten. Nach Nasse sind die chemischen Agentien, welche zur Bildung des arteriellen Blutes aus dem Chymus und Chylus führen, im Allgemeinen Sauerstoff, Natron und Wärme.

Die chemische Zusammensetzung des Blutes ist bereits in

dem *Handbuch der medizinischen Chemie* gegeben, auf welche wir daher verweisen. Hier haben wir die Entstehungsweise der einzelnen Bestandtheile desselben darzulegen. Was die Bildung der Blutkörperchen betrifft, so hat man sich vielfach bemüht, die Entstehungsweise derselben im Embryo zu erforschen. Nach Baumgartner und Schultz sollen sie sich hier aus den Kügelchen des Dotters entwickeln, wogegen jedoch Müller, Valentin, Wagner und Reichert annehmen, dass diejenige Schicht, in welcher das Blut und die Gefässe sich entwickeln, zwischen dem serösen und dem innern Blatte der Keimhaut liege. Nach Reicherts Untersuchungen am Vogelembryo unterscheiden sich die ersten Blutzellen gar nicht von den übrigen Zellen der Keimhaut; sie sind rund, mit deutlichem Kern von fein granulirtem Ansehen und mit Kernkörperchen. Sie entstehen ebenso wie die übrigen Zellen durch Entwicklung einer ganzen Generation in den vorhandenen Keimhautzellen, und zwar auf Kosten des kugligen Nahrungsinhaltes. Die Kügelchen des letztern verwandeln sich hierbei nicht direkt in die Kerne der Zellen, weder überhaupt, noch in den künftigen Blutzellen, sie erhalten auch nicht eine Zellenmembran, sondern verschwinden erst und vereinigen sich dann wieder innerhalb der Mutterzellen zu der jungen Brut und zu Blutzellen; keineswegs entstehen diese aus den vorhandenen Dotterkügelchen, als den Blutkernen, durch Bildung einer Zellenmembran um dieselbe. Auch ist das Blut nicht anfangs ein körnerloser Stoff, in dem die Blutzellen sich erst später bilden. Hiernach wäre nach Nasse die Entstehung der Blutkörperchen im Vogelembryo der im Chylus und der Lymphe nicht so unähnlich. Man kann sich den Anfang des feinen Gefässes, in welches der zähe Chylus eintritt, als Mutterzelle denken, in der sich die junge Brut als deren Nahrungsinhalt bildet. Der Kern ist nicht das Primitive, es existiren so wenig wie im Chylus und in der Lymphe die Kerne im Embryo der Frösche und Nattern früher, als die Hüllen; der Kern bildet sich erst in dem granulirten Kügelchen durch Trennung von der durchsichtiger werdenden Peripherie.

Nach Remak finden sich, wenn das Herz des bebrüteten Hühnchens seine Bewegungen beginnt, in den Gefässen farblose und farbige Zellen. Die farblosen sind die grösseren; sie sind durchsichtig und enthalten um den lateralen Kern

eine beinah zählbare Menge dunkler Körnchen, welche beim Uebergang der farblosen Körperchen in die farbigen schwinden. In den letzteren zeigt, nach Anwendung von schwacher Kalilösung, der Kern zuweilen eine Achterform, während die Zelle sphärisch erscheint; in anderen Fällen erscheint auch diese in ihrer Mitte eingeschnürt. Dann hat jede Hälfte in der Regel ihren besondern Kern und nur selten sieht man beide Kerne noch dicht aneinander liegen. Endlich findet man Blutzellen, welche eben in der schliesslichen Theilung und Abschnürung begriffen sind. Die beiden Hälften sind gleich gross, rund und mit besonderen, von gefärbtem Inhalte umgebenen Kernen versehen. Nicht immer geht der Zellentheilung eine Theilung des Kerns voraus. Man findet zuweilen achterförmige Zellen, in welchen der eine Kern sehr ausgebildet, der zweite ihm anliegende noch sehr zartwandig und klein ist. Hier soll die Zelle den Theilungsprozess eröffnen und der Kern einen Auswuchs für die eine Hälfte nachliefern. Am Schlusse des fünften bis sechsten Tages sind in der Regel keine Doppelzellen mehr im Blute zu finden; dagegen erscheinen alsdann wieder zahlreiche farblose Zellen im Blute, kleiner als die aus den ersten Gefässanfängen hervorgegangenen, und ohne deren körnige Beschaffenheit. Sie sind entweder abgelöste Gefässwandzellen, oder sie gehen aus neuen Gefässanlagen mit den Gefässen selbst hervor. Bei Froschlarven vermehren sich die ersten grossen ovalen, mit Dotterkörnern erfüllten farblosen Blutzellen, wie beim Hühnchen, durch Theilung, während die Dotterkörner allmälig durch Farbstoff ersetzt werden. Zur Zeit wenn in den inneren Kiemen sich Blutgefässe zeigen, hört dieser Theilungsprozess auf und es erscheinen in dem Blute kleine farblose Zellen, die sich in gefärbte ovale verwandeln. Bevor dieser Uebergang der zweiten Brut vollendet, zeigt sich an vielen wiederum Vermehrung durch Theilung, und dauert bis zum Auftreten der Lungenathmung, dann erscheint eine dritte Brut farblose Zellen, die, ähnlich den farblosen des reifen Thieres, in farbige übergehen.

Die Ansichten über die Entstehung der Blutkörperchen beim Erwachsenen sind sehr abweichend. Hünefeld und Mandl läugnen deren Entstehung aus den Chyluskörperchen, nach Schultz, Arnold und Anderen treten dagegen die Lymph- und

Chyluskörperchen schon als vollendete Blutkörperchen in das Blut. Beide Annahmen sind jedoch unrichtig. Die Blutkörperchen bilden sich aus den Chyluskörperchen, es erfolgt diese Umwandlung allmälig und wird erst im Blute vollendet, kann sogar in demselben erst beginnen. Nasse hat diese Uebergänge in zahlreichen Beobachtungen verfolgt. Das farblose Körperchen zerfällt in einen Kern und eine Hülle, verwandelt sich also aus einem Konglomerat von verschiedenen Partikelchen zu einer sogenannten Zelle, und erreicht so die erste Stufe seiner Ausbildung. Der Kern ist dann das noch übrigbleibende Material zur Bildung von Blutkörperchen, und es vertheilt sich dasselbe, damit es sich umbilde. Bei den elliptischen Körperchen ist seine Auflösung und Vertheilung nur unvollständig, kommt jedoch zu Stande, aber erst später, kurz vor der Auflösung der Körperchen. Die Abflachung der Blutkörperchen und Kugeln zu Scheiben wird entweder durch die Form der Kapillargefässe oder durch den Verlust des Inhaltes, welchen das Körperchen bei seiner Umwandlung erfährt, bedingt; es ist dieser Verlust um so grösser, je höher der Organismus in seiner Entwicklung steht; es schwindet durch Exosmose der flüssig gewordene Inhalt der Zelle, so dass Abflachung und Einsinken in der Mitte erfolgt.

Welche chemischen Vorgänge hierbei stattfinden, lässt sich nicht bestimmen. Die Bestandtheile der farblosen Kügelchen, aus denen sich die Blutkörperchen bilden, sind schon angegeben; sie sind noch nicht geröthet und die Aufnahme von Farbstoff erfolgt erst in den Blutgefässen. Man hat die Milz und die Lunge als den Ort angesehen, wo diese Färbung erfolgen solle, jedoch ist diese Annahme nicht gerechtfertigt, vielmehr ist anzunehmen, dass diese Röthung durch die metabolische Kraft der Blutkörperchen erfolge. Wahrscheinlich verbindet sich das im Chyluskörperchen aufgenommene Fett mit etwas Protein, und es wird in diese Verbindung Eisen aufgenommen, wobei sich das in dem Kern der farblosen Kügelchen eingeschlossene Fett in dem Maasse vermindert, wie der Farbstoff sich vermehrt.

Wie schon angegeben, lösen sich die Blutkörperchen im Serum auf, und es besitzt jedes einzelne Blutkörperchen somit eine vorübergehende, vielleicht kurze Existenz. Ueber den Vorgang bei dieser Auflösung, welcher nach Böcker theil-

weise in der Leber stattfinden soll, finden wir keine bestimmten Angaben. So lange aber das Blutkörperchen besteht, übt es eine Wechselwirkung mit der umgebenden Flüssigkeit aus, die im Wege der Endosmose und Exosmose in Aufnahme und Abgabe von Stoffen besteht. Dieser Prozess wird um so stärker sein, je kleiner die Blutkörperchen sind, je feiner vertheilt somit ihre Oberfläche ist.

Was die farblosen Kügelchen betrifft, welche man neben den Blutkörperchen im Blute findet, so sind über sie vielfache Ansichten ausgesprochen worden. Dass der Chylus und die Lymphe solche farblose Körper in das Blut einführen, die dann in Blutkörperchen übergehen, ist sicher. Man hat aber auch ihre Entstehung im Blute angenommen. Nach Nasse ist es wahrscheinlich, dass der Sauerstoff in den Lungen und Arterien die Zahl der blassen Kügelchen vermehrt, weil Prévost und Dumas fanden, dass je mehr Pulsschläge ein Thier hat, desto mehr die Menge des Kruors die des Serums übertrifft, während bei gehemmtem Athem die Menge des ersteren abnimmt. Böcker (*Archiv f. physiologische Heilkunde*, 1851, 4. Heft) hat über die verschiedenen Arten und die Bedeutung der farblosen Blutkörperchen neuere Untersuchungen angestellt und ist zu dem Resultate gelangt, dass es zwei Arten derselben gebe; 1) solche, welche sich durch Salzsäure verändern und aus den Chylusgefässen in das Blut gelangen, farblose Blutbläschen, und 2) solche, welche durch Salzsäure nicht verändert werden, wahrscheinlich sich aus den farbigen bilden, im Pfortaderblut enthalten sind und in der Leber zur Gallenbildung benutzt werden, entfärbte Blutbläschen.

Ueber die einzelnen Bestandtheile des Blutes, das Eiweiss, den Faserstoff, den Käsestoff, das Fett, das Haematin, den gelben Farbstoff und die Salze sind vielfache Untersuchungen angestellt. Es fragt sich, ob dieselben in der vorgefundenen Form dem Blute vorgeführt werden, ob sie sich in demselben bilden, und welche Veränderungen sie erleiden. Nasse gibt hierüber Folgendes an. Das Eiweiss kommt aus dem Chylus und aus der Lymphe, in welche es aus dem Blute übergegangen ist. Das Eiweiss des Chylus ist dem Käsestoff ähnlicher, als das des Blutes. Nach Maassgabe der Nahrhaftigkeit der Speisen steigt der Eiweissgehalt des Blutwassers, aber nicht der des ganzen Blutes, vielmehr hat man diesen nach mehrtägigem

Hungern zunehmen sehen, indem die Blutkörperchen zerfallen und ihre Reste mit dem Eiweiss bei der Analyse erhalten werden. Auch der Faserstoff ist schon in der Lymphe und dem Chylus enthalten und wird letzterem aus dem Blute nicht erst beigemischt. Die Menge, in welcher der Faserstoff gebildet wird, hängt jedoch nicht allein von dem Gehalte desselben in der Nahrung ab, und er muss sich vielmehr aus andern Proteinverbindungen bilden können; es scheint diese Bildung auch im Blute vor sich gehen zu können, doch sind über die Art und Weise, wie dieses geschieht, nur Hypothesen; er bildet sich wahrscheinlich theils aus dem Eiweiss, theils aus dem Käsestoff. Jedenfalls steht nach Moleschott fest, dass wenn Eiweiss im Thierkörper in Faserstoff und dieser in Mulders Proteinoxyde übergeht, dieses das Ergebniss einer Oxydation ist. Der Käsestoff steht besonders mit der Bildung der Blutkörperchen in Verbindung, denn sie bestehen aus einer Substanz, die dem Kasein näher steht, als dem Eiweiss. Ueber die Bildung des Haematins haben wir schon angegeben, dass Fett, Protein und Eisen wahrscheinlich dasselbe darstellen; wie dieses aber geschieht, ist gänzlich unbekannt. Das Fett wird im Blute noch feiner als im Chylus zertheilt und verseift. Die Oxydation desselben geht vielleicht erst in den Lungen oder in dem arteriellen Blute vor sich; das im Serum vertheilte Gehirnfett bildet sich wahrscheinlich durch den Einfluss gewisser Organe aus dem aufgenommenen Fette. Der gelbe Farbstoff scheint derselbe wie in der Galle zu sein; nach Berzelius ist das Biliverdin gleich mit dem Chlorophyll; es würde also der Farbstoff des Blutes nicht in der Leber bereitet, sondern im Darmkanal, und von der Pfortader aufgenommen. Indessen scheidet die Leber auch bei hungernden Thieren stark gefärbte Galle ab. Die Salze kommen von Aussen. Die Kohlensäure wird zum Theil im Blute selbst erzeugt, zum Theil dringt sie durch die feinen Blutgefässwände in dasselbe hinein. Der Harnstoff des Blutes bildet sich höchstens nur zu einem kleinen Theile im Darmkanal, der grössere entsteht als Zersetzungsprodukt aus Proteinverbindungen.

Zur Integrität des Blutes ist die Abscheidung gewisser Stoffe nothwendig; so die Ausscheidung unbrauchbarer oder überflüssiger eingeführter Theile, die des Wassers durch Lun-

gen- und Hautausdünstung und Harn; die Ausscheidung der durch die Nahrungsmittel eingeführten mineralischen Stoffe, meist durch den Harn, und die Ausscheidung der Stoffe, die einen Ueberfluss von Kohlenstoff oder Stickstoff, Sauerstoff oder Wasserstoff enthalten, durch die Lunge, als Kohlensäure, oder durch die Leber, als kohlenstoff- oder wasserreiche Verbindungen, oder durch den Harn, als stickstoffreiche Verbindung. Ob die Ausscheidung solcher Stoffe aus den ins Blut geführten Nahrungsmitteln zur ursprünglichen Erzeugung der Blutflüssigkeit wesentlich beitragen, untersuchte J. Müller in Bezug auf den Harn, die Haut- und die Gallensekretion, und sieht es als gewiss an, dass die Produkte des Harnes nicht allein zur Erzeugung der Mischung des Blutes aus denselben ausgeschieden werden. Wir werden auf die Zersetzungsprodukte bei der Rückbildung und der Ausscheidung zurückkommen.

Von der Blutbewegung.

Die Blutflüssigkeit muss in steter Bewegung bleiben, um die zur Ernährung und Ausscheidung nothwendigen Stoffe nach allen Theilen des Körpers zu führen, von diesen wieder zurückkehren, um neuen Bildungsstoff aufzunehmen und sich dem Einflusse der Respiration auszusetzen. Sie wird zu diesem Endzwecke in geschlossenen Gefässen herumgetrieben, deren Mittelpunkt das Herz darstellt und der Haupthebel der Bewegung ist. Es bewegt sich das Blut durch die Schlagadern, Kapillaren und Venen, und zwar wenn man seinen Lauf vom rechten Vorhofe aus verfolgt, so tritt es aus diesem beim Menschen und den ihm analog gestalteten Thieren durch die rechte Atrioventrikularmündung in die rechte Herzkammer, von dieser in die Lungenarterie und deren Verzweigungen durch die Kapillaren der Lungen in die Lungenvenen, um durch diese in den linken Vorhof des Herzens zu gelangen. Von hier aus geht es in den linken Vertrikel, dann in die Aorta und durch die Verzweigungen der Körperarterien, durch die Kapillaren in die Körpervenen und zum rechten Vorhofe zurück. Es macht somit einen kleinen, den Lungenkreislauf, und einen grösseren, den Körperkreislauf.

Ueber die verschiedene Gestaltung des Kreislaufes bei den Thieren gibt J. Müller eine vergleichende Zusammenstel-

lung. Bei mehreren niederen Thieren kommen kleine zirkelförmige Kreisläufe vor, die nicht durch das Herz, sondern durch Wimperbewegung bedingt erscheinen; auch bei einigen niederen Thieren mit verzweigtem Gefässsysteme kommt diese Wimperbewegung vor, so bei dem von Nordmann beobachteten Diplozoon und anderen Entozoen, und bei Ehrenbergs Turbellarien. Bei den Medusinen verbreiten sich die Säfte durch gefässartig verzweigte Magensäcke, bei den Planarien und Saugeingeweidewürmern, Trematoda, gibt es auch einen gefässartig verzweigten Darm. Bei den niederen Thieren, deren Kreislauf man genauer beobachtet, sind die Gefässstämme keine Arterien- oder Venenstämme, sondern zum Theil kontraktile Herzen, die das Blut in die Zwischengefässe treiben. Auch bei den Würmern mit rothem Blute gibt es noch keinen deutlichen Unterschied von Arterien- und Venenstämmen, sondern einfache, doppelte und mehrfache kontraktile Gefässstämme.

Die Trennung des Athmungs- und Körperkreislaufes zeigt sich schon bei den niederen Krustaceen und Spinnen. Bei den Insekten und Luftröhrenspinnen athmet das Blut im ganzen Körper. Bei den eigentlichen Krebsen gibt es entweder ein langes rohriges Herz oder ein kurzes und breites. So wie in der Thierwelt ein wahrer Kreislauf stattfindet, hängen die ferneren Modifikationen von dem Verhältnisse ab, in welchem der Lungenkreislauf zu dem Körperkreislaufe steht; entweder nimmt an jenem nur ein Theil des Blutes oder die ganze Blutmasse Antheil. Ersteres findet unter den Wirbellosen bei den niederen Krustaceen, Würmern, unter den Wirbelthieren bei den Amphibien statt; letzteres bei den Mollusken, den eigentlichen Krebsen, Fischen, Vögeln, Säugethieren und Menschen.

Herzbewegung.

Das Herz wirkt bei dem Kreislaufe des Blutes wie eine Druck- und Saugpumpe. In Folge seiner muskulösen Struktur besitzt es die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, Systole, und sich auszudehnen, Diastole, und beide Veränderungen wechseln mit einander ab. Während der Systole treibt es das in ihm enthaltene Blut fort, während der Diastole dringt neues Blut in dasselbe ein. Jeder Herzschlag umfasst eine Systole und

eine Diastole. Die einzelnen Herzräume verhalten sich bei dem Herzschlage in der Art, dass die Zusammenziehung und Erschlaffung der beiden Vorhöfe, sowie die der beiden Kammern isochronisch geschieht, die Vorkammern sich aber in der Systole befinden, wenn sich die Kammern in der Diastole befinden, und umgekehrt. Nach der ältern Ansicht wurde die Erweiterung ebenfalls als eine aktive Muskelthätigkeit angesehen, der Zustand der Diastole ist jedoch als der der Ruhe zu betrachten.

Ueber den Anfang und die Richtung der Kontraktionen sind die Meinungen sehr verschieden. Nach Haller beginnen die Kontraktionen des Vorhofes an der Aurikula; nach Kürschner beginnen dieselben jedoch an der Einmündungsstelle der Vene. Bei den Ventrikeln liess Haller die Kontraktionen an der Herzspitze und der Basis zu gleicher Zeit entstehen, Sennac allein an der Spitze, gegen die Basis vorschreiten und von da wieder zurückkehren; Arnold und die British Association lassen die Kontraktion von der Basis allein ausgehen. Nach Hope ist die Aorta die Richtung, nach der die Zusammenziehungen der Ventrikeln sich hinwenden.

Was die Formveränderung des Herzens betrifft, so ist man zwar darüber einig, dass das früher angenommene Längerwerden des Herzens während der Systole nicht stattfinde, indessen herrschen in anderen Beziehungen doch noch manche Verschiedenheiten. Nach Kürschner haben am Ende der Systole die Vorhöfe einen geringeren Umfang, erscheinen aber nicht kürzer, die Auriculae bleiben klein, blass und platt, und erst nach der Kontraktion der Ventrikeln entwickeln sich die Vorhöfe mehr. Sie werden nach und nach umfänglicher und treten so hervor, dass der Limbus cordis in einer tiefen Furche liegt. Es werden nun auch die Auriculae mehr ausgedehnt und sichtbar, sie treten neben den Ursprüngen der grossen Arterien hervor und zeigen jetzt die dunkelste Färbung. Dann tritt die Zusammenziehung ein; bei derselben werden sie nie entleert und es findet nur eine Umfangsabnahme statt.

Ueber die Formveränderung der Ventrikel stimmen die Untersuchungen von Pennock, Moore und Kürschner überein. In der Systole wird das Herz in allen seinen Durchmessern kleiner, kürzer, weniger breit und weniger dick; in der Diastole dagegen nimmt es in allen seinen Durchmessern zu. Nur im

Anfange der Systole soll die Breite des Herzens, wegen des Blutinhaltes, zunehmen, mit der fast momentan eintretenden Entleerung hört jedoch diese Zunahme auf.

Es findet bei jedem Herzschlage eine Lageveränderung des Herzens statt. Beim Beginn der Systole nähert sich die Spitze des Herzens der Brustwand und berührt dieselbe, während der Diastole entfernt sie sich von derselben, Hebelbewegung. Zugleich dreht sich aber auch das Herz etwas um seine Axe, Rotationsbewegung.

Die Hebelbewegung beschränkt sich nicht allein auf die Spitze des Herzens, der ganze Conus arteriosus nimmt hieran Antheil. Die Rotationsbewegungen erfolgen nach Kürschner auf folgende Weise. In dem Moment, wo das Herz erschlafft und die Spitze gegen die Wirbelsäule gedrängt wird, wendet sich die Spitze zu gleicher Zeit etwas nach links und das Herz dreht sich so um seine Axe, dass die Visceralfläche desselben fast ganz vom rechten Ventrikel gebildet wird, man sieht von der Raphe und dem rechten Ventrikel fast nichts. Im Momente der Systole aber zieht sich die Spitze nach rechts zurück, und das Herz dreht sich so um seine Axe, dass man die Raphe und einen Theil des linken Ventrikels sieht, die Visceralseite des Herzens also von den beiden Höhlen gebildet wird.

Aus den weiteren Untersuchungen von Kürschner über die Ursachen dieser Bewegungen, über welche wir auf dessen Abhandlung in Wagners *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. II, verweisen, können wir hier nur anführen, dass das Sinken der Herzspitze zwar abhängig von dem Einströmen des Blutes in die Ventrikel ist, dass aber die Richtung, in welcher das Blut in die Venenstämme strömt, dabei ganz gleichgiltig ist; dagegen scheint die Richtung, in welcher das Blut von den Venenstämmen gegen die Vorhöfe strömt, auf die Axendrehung des Herzens den grössten Einfluss zu haben.

Auf die Mechanik der Blutbewegung durch das Herz haben die Beschaffenheit der Herzwandungen und der Klappenapparat einen wesentlichen Einfluss. Ueber die hier in Betracht kommenden Verhältnisse können wir in die zahlreichen Kontroversen nicht eingehen, und begnügen uns, die Angaben Valentins, welcher die Mechanik des Herzens mit grossem Fleisse erforschte, mitzutheilen.

Die Vorhöfe, welche das Blut nur in die Kammern zu stossen haben, besitzen dünnere und minder muskulöse Wandungen, als diese. Ebenso ist der Aortenventrikel kräftiger, als die Kammer der Lungenschlagader, weil zu dem kleineren Lungenkreislauf weniger Kraft erforderlich ist. Dem Zwecke gemäss ist auch die Anordnung der Muskeln in den vier Herztheilen verschieden. In den Vorhöfen, wo weniger Kraft nothwendig, können die Kammmuskeln an einzelnen Stellen isolirt erscheinen. In den Ventrikeln dagegen bilden die Fasern, welche in mehr oder minder spiraliger Richtung herumgehen, die Hauptmasse und erscheinen entweder als Muskelnetzwerke oder als Warzenmuskeln.

Der rechte Vorhof empfängt die Hauptmasse seines Blutes aus der oberen und unteren Hohlvene, und es verhindert die oberhalb der eiförmigen Grube befindliche Erhabenheit, dass sich die Ströme der beiden Hohladern beengen. Zieht sich der rechte Vorhof zusammen, so könnte die Blutmasse, da die Mündungen der Hohladern mit keinen besonderen vollständigen Klappen versehen sind, ebenso gut zurückweichen, als durch die venöse Oeffnung in die Herzkammer dringen; es wird dieses aber dadurch verhindert, dass Muskelfasern der Vorhofswand um die Einmündungsstellen der Hohladern ringförmig herumgehen. Strömt die Blutmasse in die rechte Kammer ein, so legen die Klappen der dreizipfeligen Klappe den Wandungen derselben sich an und lassen das Blut ungehindert ein; dieses gelangt zuerst in den gemeinschaftlichen Kammerraum und dann in die Nebenräume zwischen den Fleischbälkchen und den Warzenmuskeln. Die halbmondförmigen Klappen der Lungenarterien sind geschlossen und es bilden diese Ventile drei Säcke, welche mit ihren freien Enden genau aneinander liegen. Tritt die Systole der Kammer ein, so schliesst das Blut die dreizipfelige Klappe und versperrt so den Rücktritt in den rechten Vorhof, während die halbmondförmigen Klappen an die Arterienwand angedrückt werden und das Blut in die Lungenarterie eindringt.

Dieselben Erscheinungen kehren auch für die linke Herzhälfte wieder. Das Spiel der Klappen ist stets in der Art, dass bei dem Zusammenziehen der Kammern sich die entsprechende Atrioventrikularklappe schliesst, während die halbmondförmigen Klappen sich an die Arterienwände anlegen, bei

der Diastole sich die venöse Klappe öffnet und das aus den Arterien zurücksinkende Blut die arterielle Klappe schliesst. Dieses Klappenspiel wird lediglich durch den Blutstrom selbst bedingt. Valentin, welcher über die Klappenbewegungen Untersuchungen anstellte, fand, dass die Ventile der venösen Mündungen der Herzkammern, sowie die der Lungenarterie und der Aorta sich schon unter verhältnissmässig sehr kleinen hydrostatischen Druckgewichten schliessen; dass selbst bei äusserst geschwächtem Herzschlage noch Druckkraft genug vorhanden sei, um die Ventile der venösen und zum Theil der arteriösen Mündung zu stellen.

Man hat in neuerer Zeit die Bewegungen des Herzens nach hydrostatischen Gesetzen mit grossem Fleisse erforscht, und die Kraft, welche es ausübt, experimentell dargelegt; wir müssen in diesen Beziehungen auf die grösseren physiologischen Werke von Valentin, Wagner u. s. w. verweisen. Ebenso können wir in eine spezielle Darlegung der Lehre von den Herztönen nicht eingehen; wir finden namentlich über diese in allen Beziehungen zahlreiche und oft ganz widersprechende Ansichten. Man hört, wenn man das Ohr in der Herzgegend an die Brustwand anlegt, zwei Herztöne, einen ersten tiefen, dumpfen und einen zweiten höheren, helleren und kürzeren Ton. Der erste Ton hängt mit der Kammersystole, der zweite mit der Kammerdiastole zusammen. Da so der erste Ton mit dem Schlusse der venösen Klappe, der zweite mit der Schliessung der halbmondförmigen Klappen zusammenfällt, so sieht Valentin die beiden Herztöne als Ventiltöne an, die von den Schwingungen der angeschlagenen gespannten Klappenhäute herrühren.

Was die Ursache der Herzthätigkeit betrifft, so sind die Ansichten der Autoren hierüber leider so verschieden, dass eine Vereinigung nicht möglich erscheint und eine Zusammenstellung uns zu weit führen würde. Wir werden daher uns darauf beschränken, die neueste Arbeit von E. Weber in Kurzem mitzutheilen. Er sieht den Reiz, den das Blut abwechselnd auf die innere Herzfläche ausübt, nicht als Ursache der Herzbewegungen an, sucht vielmehr dieselbe in den Geflechten der Nerven, die sich im Herzen selbst befinden, weil auch das herausgeschnittene Herz seine Bewegungen in gleicher Ordnung und Reihenfolge fortsetzt. Auf diese äussert die Wärme

einen sehr bedeutenden Einfluss. So wie sich das Herz in der Form den animalischen Muskeln wegen der Querstreifung seiner Fasern nähert, so hat es auch in seinen Bewegungen manche Aehnlichkeit mit denselben, und zwar in Bezug auf Geschwindigkeit und Energie der Bewegungen; im Uebrigen verhält es sich aber wie die organischen Muskeln. Es erhält das Herz zweierlei Nerven, von dem Nervus vagus und dem Nervus sympathicus, und dieselben reizenden Einflüsse, z. B. der galvanische Strom, bringen, jenachdem man ihn auf verschiedene Theile des Herzens einwirken lässt, entgegengesetzte Wirkungen hervor. Während nämlich durch die Reizung eines Theiles des Herzens die rhythmischen Zusammenziehungen desselben vermehrt und verstärkt, oder der gereizte Theil sogar in fortdauernde tonische Zusammenziehungen versetzt wird, werden durch die Reizung des anderen Theiles die Zusammenziehungen des Herzens seltener und schwächer und hören sogar ganz auf. Einwirkung des galvanischen Stromes auf den Bulbus aortae eines Frosches machten die Zusammenziehungen des ganzen Herzens stärker und häufiger; Einwirkung auf die Ventrikeln brachte andauernde Zusammenziehungen hervor, während der Vorhof mit vermehrter Frequenz fortschlug; wirkte der Strom auf den pulsirenden Theil der Vena cava ein, so stand das ganze Herz nach einem einmaligen Schlage in völlig erschlafftem Zustande still.

Der Grund hiervon kann nicht in der Organisation der Muskelfasern liegen, vielmehr ist er in den verschiedenen Nerveneinrichtungen begründet, und zwar muss der Nervenapparat, durch welchen das Herz zur Thätigkeit angetrieben wird, im arteriösen, der entgegengesetzte im venösen Theile liegen, der erstere gehört dem Nervus sympathicus und den Gangliengeflechten, der letztere dem Nervus vagus an und zeigten direkte Versuche, dass Reizung beider Nervi vagi die Herzthätigkeit hemme. Budge hat durch neuere Untersuchungen dargethan, dass Reizung der Gangliengeflechte die Herzthätigkeit steigere. Eine weitere Verschiedenheit liess sich bei der Einwirkung von narkotischen Giften, auf das Herz applizirt, entdecken. Auf der äusseren Herzfläche wirken sie fast gar nicht, sehr schnell aber auf der inneren Fläche, und zwar blieb nach Weber das Herz im Starrkrampfe stehen.

Bewegung des Blutes in den Arterien.

Bei der Blutbewegung in den Arterien konkurriren verschiedene Kräfte. Mit jeder Systole des Herzens wird aus dem Herzen eine entsprechende Menge Blut in die Aorta und die Lungenschlagader mit einer bestimmten Kraft hineingetrieben, und muss die schon vorhandene Blutmasse fortstossen. Die Schlagaderwandungen stellen hiergegen keine starren Röhren dar, sie sind elastisch, werden beim Eindringen des Blutes ausgedehnt, und suchen nach Aufhören des Druckes, während der Diastole des Herzens, ihr früheres Volumen wieder einzunehmen, ziehen sich zusammen und wirken dabei auf die Fortbewegung des Blutes. Die physikalischen Verhältnisse dieser beiden Faktoren der Blutbewegung sind besonders von Poiseulle untersucht worden (Magendie, *Journal de physiol.* 8. 272), wir müssen auf diese und auf die neuen Untersuchungen von Valentin verweisen. Die allgemeinen Erscheinungen hierbei sind von Lotze (*allgemeine Physiologie. Lpzg.* 1851) sehr treffend dargestellt. Es ist die Kraft des Herzens bedeutend genug, um das Blut in einem springenden Strahle in einen nicht widerstehenden Raum zu entleeren; ein solcher ist aber nicht vorhanden, indem die Gefässe gefüllt sind und das in ihnen enthaltenene Blut daher zugleich ausgetrieben werden muss. Die Erweiterung der Arterien hebt einen Theil dieses Widerstandes, indem die Gefässe neues Blut aufnehmen können, ohne dass die ganze Masse des enthaltenen vorgestossen wird. Sobald die Systole des Herzens beendet, verschliessen die Klappen den Rücktritt des ausgetretenen Blutes, und es bleibt der Arterie überlassen, die weitere Vertheilung zu bewirken; es bemüht sich hierbei die Arterie in Folge ihrer Kontraktilität, die übermässige Spannung, in welche es gerathen, durch Entleerung der eingetretenen Blutmengen in die folgenden Gefässstrecken auszugleichen, und es erweitern sich diese, während jene sich verengen. Aus der Wiederholung dieses Prozesses zwischen je zwei sich folgenden Abschnitten des Kanales entsteht eine fortschreitende Welle der Ausdehnung und Wiederverengerung, die unter der Gestalt des Pulses ungefähr in dem sechsten Theile einer Sekunde vom Herzen ab sich bis über die feinsten Arterienzweige verbreitet. Diese

Schwingungen des Gefässes wirken mechanisch auf das Blut ein und dessen Bewegung wird durch verschieden mitwirkende Umstände geregelt.

Zur Regelmässigkeit des Blutlaufes ist es nothwendig, dass die Arterien zu dem Grade der Spannung, den sie bei dem Beginne einer Systole besassen, weder früher noch später zurückkehren, als im Beginne der nächsten Systole, weil sonst jeder folgende Herzschlag andere Bedingungen im Gefässsysteme vorfinden würde, als der frühere. Man muss daher annehmen, dass die Ausscheidung des durch die Systole bewirkten Füllungsüberschusses der Arterien in die Haargefässe die ganze Zeit zwischen zwei Zusammenziehungen des Herzens in Anspruch nehme, sie kann aber nicht in kürzerer Zeit beendigt sein, als die Pulswelle bedarf, um sich vom Herzen bis zur Grenze des Kapillarsystemes zu verbreiten. Die Pulswelle kann daher nicht jenen durch den Herzschlag verursachten Blutzuwachs, durch die Elastizität der Arterien getrieben, als erhobene Welle über die beständige Blutsäule des Gefässes mit der Geschwindigkeit der Pulsfortschreitung hinabführen, um sich in den Haargefässen zu verlieren. Es ist der Puls allerdings das Zeichen einer fortschreitenden Blutbewegung in den Arterien, aber nicht einer so beträchtlichen, dass durch sie allein der Zuwachs ihrer Füllung durch eine Systole des Herzens völlig ausgeglichen würde, und noch viel weniger einer solcher Bewegung, durch die ein und dasselbe Bluttheilchen mit der Geschwindigkeit der Pulsfortschreitung vom Herzen zu den Kapillaren vordringt. Denkt man sich nun beim Eintritte einer Systole das Arteriensystem in einem Zustande gleichmässiger Anspannung und zugleich gegen das Haargefässsystem abgeschlossen, so wird die plötzliche Ausdehnung seines Anfanges durch das eingetriebene Herzblut, dem Spannungsgrade der Häute entsprechend, durch Vertheilung dieses Ueberschusses auf die ganze Länge der Gefässe ausgeglichen. Wird dann der Verschluss der Gefässe gegen die Kapillaren aufgehoben, so wird das ganze Gefässsystem, durch seine stetig wirkende Elastizität, das Blut in die Kapillaren treiben. Lotze betrachtet nur die erste Wirkung, die Herstellung der Gleichförmigkeit des Druckes auf die Arterien, als Blutbewegung, die zweite, die Wiederherstellung des frühern Druckmaasses, als die Thätigkeit der Arterien während

der Diastole des Herzens. Da keine wirkliche Abschliessung der Kapillaren gegen die Gefässe stattfindet, so sind zwar beide Momente nicht scharf getrennt, die Kapillaren bieten jedoch Widerstände genug dar, um dieselben als unvollständigen Verschluss zu betrachten. Obwohl daher die Wiederherstellung der gleichen Spannung in den Arterien stets zugleich mit ihrer Abspannung durch den Abfluss des Ueberschusses erfolgt, so fallen doch beide nicht völlig zusammen, die letzte dauert vielmehr noch fort, nachdem der Versuch zur ersten, der Puls, bereits vorübergegangen. Während des Pulses findet daher eine progressive Bewegung des Blutes allerdings statt, aber nicht in der Bedeutung, dass durch sie der gesammte Füllungszuwachs durch die Systole das Gebiet der Arterien verliesse, sie hebt nur die bedeutende Ungleichheit der Füllung wieder auf.

Die Pulsbewegung wird mit der Entfernung vom Herzen immer schwächer, und zwar um so mehr, je mehr die Arterien sich vertheilen und daher der Raum für das Blut grösser wird. Ueberall ist aber der Puls synchronisch mit der Herzbewegung.

Bewegung des Blutes in den Kapillaren.

In den Kapillargefässen, in welche das Blut aus den Arterien eintritt, hört die pulsirende Bewegung auf. Während aus jeder angeschnittenen, selbst kleineren Arterie das Blut stossweise hervortritt, fliesst es aus den Kapillaren gleichförmig und kontinuirlich. Beobachtet man die Blutbewegung in den Kapillaren eines durchsichtigen Theiles, so bemerkt man diesen kontinuirlichen Blutstrom; wird das Thier schwächer, so bleibt zwar die kontinuirliche Bewegung, aber man erkennt ein pulsweise verstärktes Fortrücken der Blutkörperchen. Bei noch stärkerer Abnahme der Kraft des Herzens wird die kontinuirliche Bewegung ganz aufgehoben, die Blutkörperchen werden nur stossweise fortgeschoben und weichen bei noch grösserer Schwäche nach jedem Rucke etwas zurück. Es wird hierdurch dargethan, dass die Bewegung in den Kapillargefässen nur durch die Kraft des Herzens bedingt wird. Anderweitige Kräfte, welche man in dem Blute selbst oder von der Einwirkung der Nerven aus angenommen hat, sind

durch die neueren Physiologen zurückgewiesen, wobei jedoch die mannigfachen Veränderungen, die die Kapillaren bei ungewöhnlichen Einflüssen zeigen, zum Theil ganz unerklärt geblieben sind.

Die Bewegung des Blutes in den Kapillargefässen ist eine so langsame, dass sie dem unbewaffneten Auge fast ganz entgeht. Der Grund dieses langsamen Laufes liegt vornehmlich in der Vergrösserung des Rauminhaltes, den die Kapillaren einnehmen; das Flussbette für das Blut ist in demselben bedeutend erweitert. Die Reibung und die Adhäsion, welche die Kapillaren gegen das Blut ausüben, können nur wenig hier in Anschlag gebracht werden.

Bewegung des Blutes in den Venen.

Aus den Kapillargefässen tritt das Blut in die Venen über, und es findet hier das umgekehrte Verhältniss, wie zu den Arterien statt. Während diese sich immer mehr verzweigten, ihr Rauminhalt daher bei dem Uebergange zu den Kapillaren zunahm, vereinigen sich die mit den Kapillaren zusammenhängenden Venenanfänge in ihrem Verlaufe zu immer grösseren Venenstämmen, und es nimmt der Rauminhalt dabei immer mehr und mehr ab. Dennoch aber ist der Rauminhalt der Venen grösser als der der Arterien, nach ältereren Beobachtungen 2½ bis 4 Mal so gross, und es ist schon wegen dieser Verschiedenheit ein langsamerer Blutlauf in den Venen nothwendig.

Die Wandungen der Venen sind weniger elastisch, als die der Arterien, und fallen vom Blute befreit zusammen; dagegen sind sie sehr dehnbar und kontraktil und können daher ihre Kapazität in hohem Grade ändern. Es verbinden sich die Venen überdiess häufiger und in grösseren Anastomosenzweigen, als die Arterien, so dass Hemmungen des Blutumlaufes sich leichter ausgleichen, und die meisten Venen besitzen Klappen, die theils in dem Verlaufe der Stämme, besonders aber an den Einmündungsstellen der Zweige angebracht sind und zum Blutumlauf in den Venen beitragen, indem sie den Rückfluss, den äusserer Druck auf die Venen leicht erzeugen würde, verhüten und Fortbewegung bei demselben hervorbringen.

Man muss die Kraft des Herzens noch als Hauptursache der Bewegung des Blutes in den Venen ansehen, die jedoch hier noch durch besondere Hülfsmittel unterstützt wird. Die Wirkung der Kammersystole ergibt sich aus den mikroskopischen Beobachtungen; in den der mikroskopischen Beobachtung zugängigen Venen strömt alles Blut, bei normalem Kreislaufe, kontinuirlich und schneller als in den Kapillaren. Werden die Herzschläge langsam, so dehnt sich die Pulsation, die man bei den Haargefässen bemerkte, auch auf die Venenstämmchen aus. Ebenso ergiesst sich das Blut aus einem durchschnittenen Venenstamme fortdauernd aus dem mit den Kapillaren und den Venen in Verbindung stehenden Stücke.

Es ist jedoch diese Kraft des Herzens, die sich zum grössten Theile in den kleinen Schlagaderästen und den Haargefässen verloren hat, allein nicht hinreichend, das Blut in den Venen vorzustossen. Es tritt hierzu eine neue Kraft, die sogenannte Saugkraft des Herzens, oder Herzaspiration, die jedoch nicht als eine aktive anzusehen. Kehren die Herzhöhlungen, namentlich die Vorhöfe, nach der Systole zur Diastole zurück, so entsteht ein leerer Raum, in welchen das Venenblut, welches durch keine Klappen zurückgehalten wird, hineintreten muss, und da die ganze Blutsäule eine kontinuirliche ist, so rückt das folgende Blut nach, indem die Venen, wie alle Körpertheile, unter dem Drucke der Nachbargebilde und der Atmosphäre stehen, und so hier die Erscheinungen des gefüllten Hebers auftreten.

Nach Barry bewirkt die Inspiration ebenfalls einen Zufluss des Blutes in die Vorhöfe; bei der Inspiration entsteht in der Brusthöhle ein relativ leerer Raum, den die umgebenden Flüssigkeiten auszufüllen suchen. Von aussen dringt die atmosphärische Luft ein, von innen dringen die Flüssigkeiten in die schwächer zusammengedrückten Gefässe. Nach Müller hat Barry diesen Einfluss überschätzt; er zeigt sich nur an den der Brust nahen Venenstämmen und wird durch die Erscheinungen der Exspiration neutralisirt. Indessen werden die Venenklappen das Zurücktreten des Blutes bei der Exspiration hemmen. Weber hat über den Einfluss der anhaltenden Inspiration auf die Herzbewegungen einen Versuch angestellt (Müllers *Archiv*, 1850, Hft. 1), und Ludwig (Müllers *Arch.* 1846) über die Abhängigkeit des Kreislaufes von dem Athmen überhaupt.

In gleicher Weise können die Muskeln durch einen direkten Druck auf die Venen, den sie im kontrahirten Zustande, in welchem sie kürzer und dicker werden, ausüben, die Blutbewegung in den Venen fördern. Die Klappen verhindern, dass bei diesem Drucke, dem die leicht nachgiebigen Venen folgen, das Blut nach beiden Seiten ausweicht, und es muss sich daher dem Herzen zu fortbewegen.

Nach dieser Darlegung des Blutumlaufes durch das Herz, die Arterien, Kapillargefässe und Venen, den ursächlichen Verhältnissen nach, lassen wir eine Zusammenstellung der hierher gehörenden numerischen Werthe nach Valentin folgen. Die Blutmenge bestimmte derselbe zum Körpergewichte wie 1 : 4,08 bis 1 : 6,32. Pflanzenfresser hatten durchschnittlich kleinere Blutmengen, als Fleischfresser. Nimmt man $\frac{1}{5}$ als Mittelwerth an, so wird ein Mann von 30 bis 40 Jahren, dessen Gewicht im Mittel 64 Kilogramm beträgt, 12,8 Kilogramm oder 25,6 Pfund Blut führen. Ueber das Verhältniss der Blutmenge in den verschiedenen Körpertheilen fehlt es an Untersuchungen.

Was die Zahl der Herz- oder Pulsschläge betrifft, so haben Barneaux und Serres versucht, dieselbe nach dem Verhältniss zur Körperlänge und zum Körpergewichte zu bestimmen, indessen sind die Schwankungen nach diesen Verhältnissen jedenfalls zu unbedeutend, um bestimmte Verhältnisse zu liefern. Bestimmtere Verschiedenheiten zeigen sich nach dem Alter. Bei dem Neugebornen ist die Zahl der Pulsschläge am grössten, die Nabelschnur pulsirt 140—144 Mal in der Minute; der Puls des Erwachsenen im Durchschnitt 70 Mal. Man hat für das Greisenalter eine Abnahme angenommen; genauere Beobachtungen haben jedoch dieses nach Valentin nicht bestätigt; im Gegentheil schien die Zahl der Pulsschläge auf 72—83 zu steigen. Bei dem weiblichen Geschlechte ist der Pulsschlag durchschnittlich in allen Lebensaltern rascher. Der Genuss kräftiger Nahrungsmittel, vorzüglich geistiger Getränke, Muskelanstrengungen, Gemüthsbewegungen, höhere Temperatur, Abnahme des Luftdruckes beschleunigen den Puls. Im Stehen ist der Puls schneller, als im Sitzen, und hierbei schneller, als im Liegen. Der Schlaf vermindert die Zahl der Pulsschläge.

Nimmt man 70 Pulsschläge als Mittel an, so dauert jeder Herzschlag 0,86 Sekunde und nimmt man ferner an, dass die

Systole und Diastole des Herzens gleich lang dauern, so würde jede derselben 0,43 Sekunde beanspruchen, was Volkmann und Valentin bei ihren Versuchen ungefähr bestätigt fanden; doch kann die Kammersystole oft merklich länger anhalten, als die Diastole.

Die Menge des Blutes, welche bei jeder Kammersystole entleert wird, lässt sich nicht mit Bestimmtheit angeben, ungefähr kann man nach Valentin annehmen, dass 100 bis 150 Grm. Blut in die Lungen und eben so viel in den Körperkreislauf eines erwachsenen Menschen eintreten. Da dieser einen Umfang von 118 K. C. hat, so wird dadurch das Blut eines nicht unbedeutenden Theiles der Anfangsbezirke des Schlagadersystemes verdrängt. Nach Clement scheint das Herz mit jeder Systole 150 bis 155 Grm. Blut zu entleeren.

Die Geschwindigkeit der Blutbewegung in den Schlagadern gab Guettet zwischen Systole und Diastole auf 0,5 Meter an. Volkmann und Hüttenheim versuchten die Geschwindigkeit des Blutes in den einzelnen Schlagadern bei verschiedenen Säugethieren zu erforschen, doch sind die Untersuchungen nicht als maassgebend zu betrachten. Jedenfalls nimmt die Geschwindigkeit mit der Entfernung vom Herzen ab und ist dieselbe an der Grenze der Haargefässe nicht sehr gross. Für die Haargefässe bestimmte Valentin die Geschwindigkeit auf $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ Linie in der Sekunde.

Wenn man nach Valentin annimmt, dass jeder der 70 Herzschläge in der Minute 125 Grammen Blut in den Körper- und ebenso viel Blut in den Lungenkreislauf treibt, so werden in der Minute im Ganzen 8,8 Kilogr. Blut bewegt, was mehr als die Hälfte der ganzen Blutmenge beträgt; es muss daher die ganze Kreislaufsdauer auf weniger als 2 Minuten festgesetzt werden. Clement nimmt nach anderen Zahlenverhältnissen ungefähr 3 Minuten für den Kreislauf an.

Die langsame Bewegung in den Haargefässen scheint gegen diese Annahme zu streiten. Es bilden aber die Haargefässe nur eine sehr kurze Strecke des Blutkreislaufes, so dass die in ihnen stattfindende langsame Bewegung durch die schnelle Bewegung in den Arterien und Venen sehr wohl aufgewogen werden kann.

Eine genauere Bestimmung der angegebenen numerischen Werthe findet sich in Volkmanns *Hämodynamik* (Leipzig 1850).

Die Athmung.

Die Athmung, die Respiration, ist derjenige Prozess, durch welchen die Thiere aus dem sie umgebenden Medium Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben. Da die Kohlensäure sich erst durch den Stoffwandel im thierischen Körper bildet, so steht die beständige Ausleerung derselben durch die Athmung mit den chemischen Vorgängen im Thierkörper in inniger Verbindung, und ebenso die Aufnahme von Sauerstoff, welcher bei der Athmung eingeführt und zu den Bildungsvorgängen im Organismus verwandt wird.

Die Athmung ist in der Thierwelt allgemein verbreitet. Bergmann und Leukart sehen dieses als allgemeines Gesetz an, und wollen, da man bei der Frustulia salina, den Euglenen und einigen anderen sogenannten Infusorien eine Sauerstoffaushauchung entdeckt hat, die thierische Natur dieser Wesen bezweifeln; denn es ist nach ihnen Aushauchung von Sauerstoff Charakter der Pflanzen; das Thier nimmt Sauerstoff auf, und beide Reiche liefern auch hier wieder Produkte, die sie gegenseitig aufnehmen.

Die Athmung kann sowohl in gasförmigen, als tropfbarflüssigen Medien erfolgen; in der Regel geschieht sie mehr in der atmosphärischen Luft, als in dem Wasser. Ueberall liegt ihr ein physikalisch-chemischer Prozess, der der Exosmose und Endosmose zu Grunde, der zwischen dem thierischen Saft und den umgebenden Medien stattfindet. Es geht im Allgemeinen hierbei bei der Athmung im Wasser Sauerstoff vom Wasser an das Blut über, weil dieses, welches mit dem Wasser durch eine feuchte Membran in Verbindung steht, im Verhältniss zu seiner Lösungsfähigkeit für Sauerstoff, weniger als das Wasser davon enthält; während aus demselben Grunde die Kohlensäure des Blutes den umgekehrten Weg nimmt. Ebenso verhält es sich bei der Luftathmung. Immer ist der Eintritt von Sauerstoff ein von der Ausscheidung der Kohlensäure getrennter Prozess, beide gehen gleichsam unabhängig von einander vor sich, und man darf nicht annehmen, dass der Sauerstoff die Kohlensäure austreibe.

Das Blut ist durchgehends die die Athmung vollführende Flüssigkeit, es muss daher Kohlensäure enthalten, welche, wie

oben angegeben, theils in demselben gebildet wird, theils in den feinen Gefässen aus der die Organe tränkenden Flüssigkeit aufgenommen wird, indem hier das an Sauerstoff reichere Blut mit der an Kohlensäure reicheren Parenchymflüssigkeit in Wechselwirkung tritt, und so der umgekehrte Austausch wie bei der Respiration stattfindet. Nur wo bei den niedrigsten Thieren die Zirkulation des Blutes fehlt oder eine solche Flüssigkeit vielleicht gar nicht vorhanden ist, kann die Athmung unmittelbar zwischen der die Organe tränkenden Flüssigkeit und den umgebenden Medien stattfinden.

Die Respiration geschieht entweder an der äusseren Fläche oder im Innern des Körpers, in welchem letzteren Falle das umgebende Medium entweder in beständigem Strome vorüberstreicht oder abwechselnd ab- und zugeht. Bei der äusserlichen Athmung dient entweder die ganze Oberfläche dazu oder einzelne Stellen sind zu derselben besonders entwickelt, namentlich durch reichere Zufuhr des Blutes und durch beförderten Zutritt des Wassers zu denselben, was durch besondere Vorkehrungen, Wimperhaare u. s. w. erreicht wird.

Ueberall geschieht die Wechselwirkung durch eine dünne Schicht feuchter organischer Substanz hindurch, die aus einer dünnen Lage der äusseren Haut oder der Haut des Respirationsorganes und der Wandung der feinen Gefässe gebildet ist. Aus den Gesetzen der Exosmose und der Endosmose ergibt sich die Nothwendigkeit dieser feuchten Scheidewand, und ebenso das Hinderniss einer trocknen Scheidewand; daher Athmung durch eine trockne Epidermis nicht stattfindet, man aber berechtigt ist, bei Thieren mit feuchter äusserer Haut, mögen sie im Wasser leben oder nicht, z. B. bei Landschnecken, Fröschen, auch wenn sie ein besonderes Respirationsorgan haben, einige Athmung durch die Haut anzunehmen.

Die Wirbelthiere besitzen durchgehends besondere Respirationsorgane, und dieselben sind, jenachdem die Athmung im Wasser oder in der Luft geschieht, entweder Lungen oder Kiemen. Die Lungen sind hohle Gebilde mit einer einfachen Oeffnung nach aussen, durch welche die Luft ein- und austritt, und wodurch sie mit dem Schlunde zusammenhängt. Die Kiemen weichen schon darin im Wesentlichen von den Lungen ab, dass das Wasser durch sie hindurchgeht und einen andern

Weg zum Austreten hat. Dieses letztere erleichtert die Wechselwirkung des Wassers mit der respirirenden Fläche, was nothwendig erscheint, weil hier eine grössere Menge Wasser zur Aufnahme der erforderlichen Quantität Sauerstoff in Kontakt zu bringen ist.

Wir beschränken uns hier, die verschiedenen Luftathmungsorgane der Wirbelthiere in ihren wesentlichen Eigenthümlichkeiten darzulegen. Der Kanal, welcher die Luft zu den Lungen führt, steht mit dem Schlunde und bei den drei höheren Wirbelthierklassen mit der Nasenhöhle in Verbindung, indem diese sich in den Schlund öffnet. Die Vereinigung der Nasen- und Mundhöhle ist bei den Säugethieren stets sehr weit nach hinten gelegt, und der beide trennende knöcherne Boden noch durch das Gaumensegel verlängert. Die Respiration wird dadurch nicht gestört, wenn Speisen in der Mundhöhle sich befinden. Bei den übrigen Wirbelthieren sind hierzu anderweitige Vorrichtungen nothwendig.

Der Anfangstheil der Respirationsorgane ist bei den höheren Wirbelthieren stets eine unpaare Röhre, deren oberer Theil den Kehlkopf darstellt. Der Kehlkopf dient zum grössten Theile zugleich der Stimmbildung, jedoch nicht immer, z. B. bei Vögeln. Er lässt die Luft nur durch eine enge, von vorn nach hinten verlaufende Spalte zu, wovon sich nur bei den Cetazeen eine Ausnahme findet. Ueberall findet man den Kehlkopf mit einer sehr empfindlichen Schleimhaut bekleidet, die durch Berührung fester und flüssiger Körper und mancher Gasarten heftig gereizt, zu Reflexbewegungen und krampfhafter Verschliessung getrieben wird. Es ist dieses ein wichtiges Schutzmittel für die Respirationsorgane.

Nur in der Abtheilung der Säugethiere ist die Kehlritze durchgehends noch durch den Kehldeckel geschützt, welcher beim Schlingen zur Verschliessung derselben nothwendig ist. Bei Amphibien und Vögeln finden sich nur Andeutungen des Kehldeckels in Form von Schleimhautfalten oder unvollständigen Knorpelgebilden.

Die Luftröhre, welche den Kehlkopf mit den Lungen verbindet, ist von sehr verschiedener Länge, und diese stimmt nicht immer mit der Länge des Halses und der Entfernung zwischen Kehlkopf und Theilung der Luftröhre in Luftröhrenäste überein, wird vielmehr mitunter durch einen gewundenen

Verlauf bedingt. Es kommt dieses unter den Vögeln nicht sehr selten, unter den Säugethieren aber nur bei einigen Faulthieren vor.

Was die Lungen selbst betrifft, so ist nach Bergmann und Leukart die respiratorische Funktion in denselben entweder mehr gleichmässig über die ganze, einfacher gebildete innere Höhle verbreitet, oder der Bau derselben ist im Innern komplizirter, sie enthält Kanäle für die Bewegung der Luft und Bläschen, welche die Luft von diesen erhalten und wieder an sie abgeben. An den Bläschen sind dann die respiratorischen Gefässnetze besonders entwickelt, sie zeichnen sich durch grosse Feinheit der inneren Membran aus, welche überall den inneren Luftraum auskleidet. Die mehr komplizirten Arten des Lungenbaues bezwecken eine Vergrösserung der inneren Fläche und finden sich besonders bei Vögeln und den Säugethieren, die deswegen sehr lebhaft respiriren, aber auch eine häufigere Erneuerung der Luft in den Lungen bedürfen.

Je einfacher der Bau der Lunge, desto mehr Luft im Verhältniss zum Verbrauch enthält sie; die einfachsten Lungen finden sich unter den nackten Amphibien, sie sind hier einfache lange Schläuche; ihnen schliessen sich die etwas komplizirteren an, wie sie z. B. bei den schwanzlosen Batrachiern vorkommen; die innere Haut der Schläuche bildet nach innen vorspringende Falten, welche zellenförmige, gegen die Lungenhöhle hin weit offene Räume einschliessen. Die Zellen werden durch andere, von ihrer Innenfläche sich erhebende Falten in untergeordnete Zellen abgetheilt und so die Innenfläche vermehrt. Bei den Schlangen findet sich neben den einfacheren ein solcher komplizirterer Bau, und zwar an dem vordersten Theile der sehr langen zylindrischen Lunge. Bei den Krokodilen und Schildkröten wird der Bau noch komplizirter; das Innere der Lungen ist in getrennte Taschen ausgebildet, deren jede in ihrem Innern zellig und zum Theil sehr fein abgetheilt sich darstellt. Den einzelnen Taschen wird die Luft zugeführt, indem der Bronchus tief in die Lunge eindringt und an seinen Seiten von Löchern durchbohrt ist, welche sich in die einzelnen Taschen öffnen.

Bei den Säugethieren und Vögeln wird die Entwicklung noch komplizirter. Bei ersteren vertheilt sich der Luftröhrenast in jeder Lunge in untergeordnete Aeste, welche endlich

in sehr kleine Zweigchen zerfallen, von denen jeder mit einer kleinen Gruppe von Bläschen zusammenhängt. Aus solchen Zellen ist die ganze Oberfläche der Lungen gebildet, und auch im Innern sind alle Räume zwischen den Luftwegen damit angefüllt. Bei den Vögeln entspringen aus dem Bronchus, welcher in eine Lunge eintritt, mehrere verhältnissmässig grosse Röhren, welche in verschiedenen Richtungen die Lunge durchsetzen und sich an der Oberfläche derselben zum Theil frei öffnen, um verschiedenen Luftsäcken und den Lufthöhlen der Knochen einen Zusammenhang mit der Atmosphäre zu geben. Die Lunge selbst ist von unzähligen, mit Zellen seitlich besetzten Kanälen durchbohrt, welche mit den grösseren Röhren zusammenhängen.

Die Athmung ist nicht so aufzufassen, dass beim Einathmen der Sauerstoff der Luft in die Lungen eindringt und beim Ausathmen die Kohlensäure ausgeschieden werde. Es wird vielmehr durch die Respirationsbewegungen nur die atmosphärische Luft in die Lungenräume eingeleitet und die durch den Respirationsprozess veränderte wieder ausgeführt. Es führt auch nicht die der jedesmaligen Inspiration folgende Exspiration die bei jener eingeathmete Luft wieder aus; es werden die Lungen niemals luftleer, die eingeathmete Luft bleibt längere Zeit mit denselben in Berührung; diese Residualluft vermischt sich mit der neu eintretenden Luft, von welcher Mischung die Exspiration einen Theil entfernt und zu der mit der folgenden Inspiration neue atmosphärische Luft hinzutritt. Es wird hierbei zugleich eine Luftströmung stattfinden, indem die wärmere Luft in den Lungen, bei ihrem Zusammentreffen mit der kälteren eindringenden Luft, nach oben steigt und so eine für den Luftwechsel in den Lungen wesentliche Strömung sich bildet. Man hat also bei der Athmung vornemlich zwei Vorgänge zu unterscheiden: einmal die Ein- und Ausführung der Luft aus den Lungen, die Athmungsbewegungen, und zweitens den eigentlichen Respirationsprozess, die Aufnahme des Sauerstoffes in das Blut und das Austreten der Kohlensäure aus demselben.

Athmungsbewegung.

Die Bewegung der Luft bei der Athmung, besonders bei der Einathmung, geschieht auf verschiedene Weise; entweder wird sie durch Erweiterung der Lungenhöhle eingezogen oder in die Lunge hinabgepresst. Das erste findet bei den meisten Wirbelthieren statt und erfordert, dass die Lungen in einem Raume mit hinreichend festen Wandungen liegen, so dass dieser durch Muskelwirkung erweitert werden kann, da die Lungen niemals eine aktive Ausdehnungsfähigkeit besitzen. Bei den nackten Amphibien, bei denen die Rumpfhöhle nur in ihrer oberen Wand starre Theile besitzt, und die Muskeln daher nur zusammenschnürend wirken können, wird die Luft, welche in die Nase eintritt, bei Verschliessung der Nase und des Maules, hinabgedrückt.

Die Elastizität des Lungengewebes, welche früher als die wesentliche Ursache der Athmungsbewegungen angesehen wurde, vermag wohl die Exspiration zu befördern, wird aber der Inspiration sich entgegensetzen, kann also in dieser Beziehung nicht wesentlich sein. Dahingegen wird die Elastizität wesentlich dazu beitragen, dass die Ausdehnung der Lungen allgemein und gleichmässig sich über das ganze Organ verbreitet.

Die Athmungsbewegungen bei den Menschen erfolgen in der Art, dass durch die Wirkung der Thoraxmuskeln, auf welche jedoch die Athmungsbewegungen nicht allein beschränkt sind, die mit der Wirbelsäule beweglich artikulirenden Rippen sich heben, ihre Zwischenräume grösser werden, das freie Ende der falschen Rippen mehr hervortritt und so eine Erweiterung der Brusthöhle erfolgt. Hierzu trägt vorzüglich noch das Zwerchfell bei; im erschlafften Zustande ragt dasselbe gewölbt in die Brusthöhle hinein; bei der Kontraktion wird es flach, seine Wölbung steigt herab, es drückt die Unterleibseingeweide nach abwärts und erweitert die Bauchhöhle. Da nun die Brustwand luftdicht geschlossen, die Pleurahöhle leer ist und das Visceralblatt des Brustfelles dicht an dem Parietalblatte anliegt, so folgen die Lungen dieser Ausdehnung, es wird die in ihnen enthaltene Luft ausgedehnt, so dass nun die dichtere atmosphärische Luft in einer entsprechenden Quantität nachfolgt und in die feinsten Lungenverästlungen eintritt.

Es geschieht dieses momentan mit der Ausdehnung, nach Vierordt in Folge des Druckes der Atmosphäre, und weil die Unterleibsorgane, besonders aber die Darmgase, dem Zwerchfelle einen solchen Widerstand entgegensetzen, dass letzteres, wenn es nicht vom Drucke der in die sich ausdehnenden Lungenzellen einströmenden Luft unterstützt wird, sich nicht nach abwärts bewegen kann.

Der Lunge wohnt bei der Inspiration keine aktive Ausdehnungsfähigkeit ein, wohl aber kann man solche im Kehlkopf und der Trachea annehmen. Ersterer tritt bei der Inspiration etwas herab, der Kehldeckel richtet sich aufwärts, die Stimmritze erweitert sich. Auch die Luftröhre und ihre Aeste werden beim Einathmen weiter, welche Erscheinung durch die Thätigkeit der betreffenden Muskeln bedingt wird.

Sobald die Inspiration vollendet ist, folgt nach einem kurzen Intervalle die entgegengesetzte Bewegung; indem alle bei der Inspiration thätigen Muskeln in ihrer Thätigkeit nachlassen, tritt der Thorax wieder zu seinem früheren Volumen zurück, was durch stärkere Wirkung der Bauchmuskeln unterstützt werden kann. Hutschinson nimmt auch an, dass die Musc. intercost. interni mit Ausnahme der zwischen den Rippenknorpeln befindlichen Stücke den Externis antagonistisch gegenüberstehen und zu den Exspirationsmuskeln gehören. Es wird dadurch ein Druck auf die erweiterte Lunge ausgeübt; dieser zwingt dieselbe, ihren früheren Raum wieder einzunehmen, so dass die eingedrungene Luft austritt.

Bei dem normalen, ruhigen Athmen ist die Bewegung im Allgemeinen eine schwache und nicht sehr verbreitet; es kommen jedoch auch hier schon verschiedene Formen vor, namentlich in Bezug auf den Antheil, den einzelne Theile an dem Vorgange nehmen; unter aussergewöhnlichen Verhältnissen wird die ganze Bewegung eine kräftigere und weiter verbreitete.

Je nach dem Vorwalten gewisser Theile beim Athmen unterscheidet man das Bauchathmen, das Athmen mit den unteren, den 7. bis 12.', Rippen und das vermittelst der oberen Rippen. Bei dem ersten erfolgt die Erweiterung und Verengerung der Bauchhöhle vorzüglich durch die Bewegungen des Zwerchfelles und der hiermit in Verbindung stehenden Veränderungen der Kapazität der Bauchhöhle; es findet sich,

nach Beau und Maissiat, besonders in der Kindheit bei beiden Geschlechtern. Das Athmen mit den unteren Rippen, welches mit dem Abdominalathmen verbunden ist, zeigt sich vorwaltend bei den Männern, das mit den oberen Rippen vorwaltend bei den Weibern.

Bei ungewöhnlich kräftigem Athmen sind nicht nur die Kontraktionen der bei dem gewöhnlichen Athmen thätigen Muskeln kräftiger, es treten auch Kontraktionen anderer Muskeln hinzu. In dem sonst ruhigen Antlitze zeigt sich bei angestrengtem Athmen ein abwechselndes Heben und Sinken der Nasenflügel, und alle Gesichtsmuskeln werden mehr oder weniger kontrahirt. Der Hals wird gestreckt, der Kopf nach hinten gebeugt, Schulterblätter und obere Extremitäten werden stark fixirt, um so eine kräftige Wirkung der Brustmuskeln herbeizuführen, die dann selbst, so wie die Bauchmuskeln ungewöhnlich starke Kontraktionen ausführen.

Beim gewöhnlichen Athmen dringt die Luft durch die Nase ein, und es wird dann der Ausgang durch den Mund durch Anlegen der Zunge an den Gaumen oder durch Schliessung der Lippen verhindert. Bei angestrengter Respiration oder bei gehindertem Durchtritt durch die Nase dringt die Luft durch Nase und Mund, oder durch letzteren allein ein. Bei sehr starkem Athmen zieht auch die Zunge ihre Wurzel während der Inspiration etwas zurück und führt sie bei der Exspiration wieder nach vorn und oben.

Als Modifikation der Athmungsbewegungen zeigen sich vielfache anderweitige Bewegungsformen in den Respirationsorganen, die durch verschiedene Ursachen begründet sind, so das Husten, das Räuspern, das Gurgeln, das Niesen, das Hauchen, welche ein ungewöhnliches Ausstossen der Luft aus der Lunge bedingen, wodurch anderweitige Körper aus derselben entfernt werden sollen. Das Gähnen, Schluchzen und Schnüffeln stellt umgekehrt eine veränderte Inspiration dar.

Das Eindringen der Luft in die Respirationsorgane und das Austreten derselben ist von Tönen, die beim Auflegen des Ohres an den betreffenden Theilen wahrgenommen werden, begleitet, es entstehen diese Töne durch Reibung der Luft an den Wandungen der Luftwege. Sie sind in den ersten weitern Luftwegen rauher und stärker, in den Lungenzellen dagegen feiner und schwächer. Unter anomalen Verhältnissen

zeigen diese Töne Verschiedenheiten, die für die Diagnose der krankhaften Zustände wichtig sind.

Die Respirationsbewegungen erfolgen in der Regel unwillkürlich, wenn auch anderseits der Wille einen grossen Einfluss auf dieselben hat, sie eine Zeit lang unterbrechen, beschleunigen und so den Rhythmus verändern kann; es ist jedoch der Einfluss des Willens ein begrenzter.

Obschon bei den Athmungsbewegungen eine grosse Zahl von Nerven konkurrirt, so ist doch, wie Legallois zeigte, das verlängerte Mark die eigentliche Quelle derselben, denn mit der Zerstörung desselben hören alle Athembewegungen zu gleicher Zeit auf, selbst diejenigen, welche von Nerven, die vom Rückenmark entspringen, ausgeführt werden. Dagegen kann man bei einem Thiere das Gehirn von vorn nach hinten allmälig abtragen, ohne dass die Respiration aufgehoben wird, erst bei der Verletzung der Medulla oblongata beim Abgange des Nervus vagus geschieht dieses; ebenso wird, wenn man das Rückenmark über dem Zwerchfellnerven durchschneidet, dieser zwar unthätig, die von der Medulla oblongata selbst abgehenden Nerven bleiben aber noch wirksam. Man muss daher das Rückenmark bei der Athmungsbewegung, im Verhältniss zur Medulla oblongata, gleichsam wie einen Nervenstamm betrachten. Die erregende Ursache der Athmungsbewegungen darf man nicht allein in dem Reize der Athmungsorgane suchen; nach Vierordt leiten die sensiblen Nervenfasern von sämmtlichen Organen des Körpers, in Folge der Ernährungszustände der Organe, Eindrücke nach dem verlängerten Marke. Volkmann schreibt der Lunge, resp. den Lungennerven, keinen grösseren Einfluss auf das Zustandekommen der Athmungsbewegungen zu, als den Nerven aller Organe, nach ihm ist die Kohlensäure das Reizmittel, aber nicht die in den Luftwegen, sondern die des Blutes; der Ort der Erregung ist jeder Theil des Körpers, nicht blos die Schleimhaut der Lungen; reizender Nerv ist jeder Nerv mit zentripetaler Leitung, der bis zur Medulla oblongata wirkt, nicht ausschliesslich der Vagus. Man sieht auch bei Landthieren, wenn sie unter dem Wasser geboren werden, Athmungsbewegungen ausführen.

Was die einzelnen Bewegungen betrifft, so ist die Thätigkeit der Gesichtsmuskeln bei angestrengter Respiration vom Nervus facialis, die Erweiterung und Verengerung der Stimm-

ritze vom Nerv. vagus, und zwar von seinen Aesten, dem Nerv. laryng. superior und inferior s. recurr., die Erweiterung der Brust beim Athmen von den Nervi spinales, die Zusammenziehung des Zwerchfelles beim Einathmen vom N. phrenicus, und die Zusammenziehungen der Bauchmuskeln beim Ausathmen von den Nerv. spinales abhängig.

Wir lassen hier eine Zusammenstellung der numerischen Werthe, welche bei den Respirationsbewegungen in Betracht kommen, nach Vierordt folgen. Die Bestimmungen über die Kapazität der Lungen erwachsener Menschen sind sehr widersprechend, und scheint dieselbe auch in der That grosse Schwankungen darzubieten. Goodwyn erhielt bei vier eines natürlichen Todes gestorbenen Individuen 1476, 1673, 1968 und 2050 Kubikcentimeter Luft; bei 3 Erhenkten 3861, 4100 und 4297. Vierordt bestimmte die Kapazität bei sich selbst auf 2400 Kubikcentimeter. Bostock konnte durch die angestrengteste Exspiration 2788, H. Davy 3132, Jurine 4356 Kubikcentimeter Luft austreiben. Valentin fand bei 6 Individuen durchschnittlich 2773, in minimo 1936, in maximo 3651 K. C. Nach Hutchinson soll die Kapazität der Lungen mit der äusseren Entwicklung der Thorax in keiner Beziehung stehen, dagegen mit der Grösse des Körpers. Bei 14 5 englische Schuh hohen Menschen beobachtete er als mittlere Respirationsgrösse 2214 K. C., bei 68 über 6 Schuh grossen Menschen 4624 K. C., und zwar stieg bei je 1 Zoll Körpergrösse die Lungenkapazität um 131 K. C.

Die Bestimmungen über die Zunahme der Dimensionen des Brustkastens beim Einathmen sind für das sehr angestrengte Athmen von Valentin bei 7 Personen dahin gegeben, dass im Niveau der Herzgrube eine Erweiterung von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{7}$ des Thoraxumfanges stattfand. In der Mehrzahl ist die Erweiterung der rechten Thoraxhälfte bedeutender als die der linken.

Die Frequenz der Athemzüge wurde von 12 bis 20 in der Minute angegeben, nach Vierordt betrug sie, nach an sich selbst gemachten Beobachtungen $11\frac{9}{10}$ in der Minute, in maximo 15, in minimo 9. Gorhan fand bei Kindern von 2 bis 4 Jahren im Schlafe 24, beim Stehen 32 Athemzüge im Mittel; Guy bei Erwachsenen im Liegen 13, im Sitzen 19, im Stehen 22. Quetelet beobachtete bei 300 Individuen folgende Frequenz:

Alter	Athemzüge in der Minute Maximum	Minimum	Mittel
Neugeborene	70	23	44
5 Jahre	32	—	26
15—20 -	24	16	20
20—25 -	24	14	18,7
25—30 -	21	15	16
30—50 -	23	11	18,1.

Im Allgemeinen dauert die Inspiration etwas länger, als die Exspiration, und die Pause zwischen Ein- und Ausathmung ist am kürzesten. Zwischen der Exspiration und Inspiration soll gar keine Pause stattfinden.

Das bei der Exspiration ausgeschiedene Luftvolumen wurde von Abilgaurd auf 73—107 K. C., von Keutsch auf 107—214, von Davy auf 213, von Lavoisier und Seguin auf 233, von Coathupe auf 262, Allen und Pepys auf 262—278, Herbst 317 bis 356 für Jüngere, 396—495 für Erwachsene, Enschut auf 418, Fontana auf 573, Boston, Corrigan und Valentin auf 656, Manzies 715, Sennebier 792, Vierordt 177 K. C. bestimmt.

Nach Vierordt steht das mit einer Exspiration ausgeathmete Luftvolumen zu der in der Lunge überhaupt befindlichen Luftmenge im Verhältniss wie 1 : 4,75.

Valentin suchte die Kraft der Athmungsmuskeln zu bestimmen, indem er mit einem besonderen Instrumente, Pneumatometer, den Druck der Athmungsluft beim Ein- und Ausathmen bestimmte. Das möglichst ruhige, gewöhnliche Athmen lieferte nur wenige Millimeter Quecksilber für jeden der beiden entgegengesetzten Athmungsdrucke, $\frac{1}{2}$ Centimeter übersteigt schon die ganz regelrechten Werthe. Das etwas nachdrücklichere Athmen dagegen liefert 5—10 Mm. oder noch höhere Zahlen, und ein noch kräftigeres Athmen übersteigt bedeutend die Spannung des Carotidenblutes. Die Körperbeschaffenheit übt einen grossen Einfluss aus; ein schwächlicher Mensch brachte es nur auf 22 Mm. Quecksilber bei dem Ein- und auf 38 Mm. bei dem Ausathmen, während sie bei einem kräftigen — 232 und 260 betrugen. Die Exspirationskraft ist allgemein stärker, als die Inspirationskraft.

Blutveränderungen bei der Athmung.

Der chemische Vorgang bei der Respiration ist theilweise schon in dem *Handbuche der medizinischen Chemie* dargelegt, wir haben daher nur eine gedrängte Uebersicht desselben hier anzugeben.

Der Prozess besteht wesentlich in der Aufnahme von Sauerstoff und der Abgabe von Kohlenstoff, zugleich wird Wassergas und Stickstoff ausgeschieden und Wärme entwickelt. Ueber alle diese Verhältnisse sind zahlreiche Untersuchungen angestellt worden, und es würde uns zu weit führen, die verschiedenen Prinzipien, nach denen dieselben geleitet sind, und die in manchen Beziehungen durchaus abweichenden Resultate umständlicher darzulegen; wir werden daher nur die Angabe der angesehensten Beobachter der neuesten Zeit mittheilen.

Im Allgemeinen erleidet die Luft durch das Athmen eine Abnahme des Volumens, die jedoch nur die trockene Ausathmungsluft betrifft; durch die Aufnahme von Wassergas wird die Spannkraft und das Volumen der eingeathmeten Luft vermehrt. Die numerischen Werthe für die Abnahme des Volumens sind sehr abweichend, nach Pfaff $^1/_{36}$, nach Despretz $^1/_{336}$ im Mittel. Sie wird um so bedeutender sein, je stärker der Sauerstoffverbrauch im Verhältniss zur Kohlensäurebildung, und je geringer die Stickgasexhalation aus dem Blute ist.

Die eingeathmete Luft erfährt in den Lungen eine Temperaturerhöhung, die nach Valentin aus drei Ursachen hervorgeht. Indem einmal eine bestimmte Menge Sauerstoff aufgenommen wird, wird auch eine entsprechende Wärmemenge frei, ebenso wird die austretende Kohlensäure und das Stickgas, welche aus dem Blute treten, mit der Temperatur desselben versehen sein. Beide Quellen sind jedoch nur von untergeordnetem Werthe. Wesentlich wird die Wärmeerhöhung durch die Ausgleichung bedingt, welche zwischen der Temperatur der eingeathmeten Luft, durch ihr Verweilen in den Lungen, mit der Temperatur der Respirationsorgane stattfindet, wobei das immer zuströmende warme Blut die Abkühlung durch die Luft verhindert. Nur die Bildung von Wassergas wird als Gegenwirkung eine Temperaturerniedrigung herbeiführen.

Ist die Temperatur der Atmosphäre 20° C., so hat die ausgeathmete Luft eine Temperatur von ungefähr 37,5° C.; niedere Werthe zeigen sich bei kälterer Atmosphäre, so bei — 6,3° C. + 29,8 C.; war die Lufttemperatur 41°,9 C., so fand Valentin 38°,1 C. für die ausgeathmete Luft.

Die Beziehung des Athmungsprozesses zu der Wärmebildung im Körper ist jedoch eine umfassendere, s. oben *organische Wärmeerzeugung* und unten *Wesen des Athmungsprozesses.*

Was die Abgabe von Kohlensäure betrifft, so enthalten 100 Volumentheile ausgeathmete Luft:

	im Mittel	Maxim.	Minim.	Differenz zwischen Maxim. und Minim.
nach Brunner u. Valentin	4,380	5,495	3,299	2,196
Vierordt	4,334	6,220	3,558	2,862.

Zur Bestimmung der Sauerstoffaufnahme ergab sich nach den Untersuchungen von Valentin und Brunner, dass 100 Volumentheile exspirirter Luft im Mittel 16,033, im Maximum 17,246, im Minimum 14,968 Theile Sauerstoff enthielten, dass also aus der geathmeten Luft im Mittel 4,782 Volumenprozente Sauerstoff verschwunden waren; welche Angabe jedoch durch die Volumenabnahme der geathmeten Luft einer Berichtigung bedarf.

Der prozentige Stickgasgehalt der ausgeathmeten Luft beträgt nach Brunner und Valentin im Mittel dem Volumen nach 79,587, dem Gewicht nach 76,081, so dass durch das Athmen eine Ausscheidung von 0,402 Volumenprozente Stickgas sich ergeben würde.

Die Menge des Wassergases, welches die Respiration liefert, suchte Valentin zu erforschen; sie steht nach ihm mit dem Volumen der Athmungsluft in inniger Wechselbeziehung. Ein junger Mensch von 18½ Jahren, dessen Körpergewicht 43,5 Kilogr. und dessen Körperlänge 1,55 Meter betrug, lieferte durchschnittlich 0,243 Grm. in jeder Minute, ein zweiter dagegen, der 87 Kilogr. zu 17½ Jahren wog und 1,71 Meter lang war, hatte 0,537 Grm. Bei sich selbst, bei 54 Kilogr. Gewicht, und 1,61 Meter Länge, fand er 0,267 Grm.

Abnorm enthält die Athmungsluft gewisse Quantitäten verdampfbarer Stoffe, welche dem Blute direkt oder vom Nahrungskanal beigemischt sind, so Kampher, Moschus, Asa

fötida, Alkohol, Phosphor u. s. w.; bei Harnverhaltungen fand man einen urinösen Geruch des Athems.

Aeussere Einflüsse und die verschiedenen Verhältnisse, in denen der Organismus sich befindet, bringen in allen diesen Vorgängen vielfache Modifikationen hervor. Andral und Gavarret haben die Ausscheidung der Kohlensäure in Bezug auf Alter und Geschlecht erforscht. Aus ihren Untersuchungen ergab sich, dass die Ausscheidung der Kohlensäure von den Jahren der Kindheit an allmälig zunimmt. Zur Zeit der Geschlechtsreife zeigen sich bei dem männlichen und weiblichen Geschlechte wesentliche Verschiedenheiten; bei dem ersteren nimmt die Energie der Respiration zu, erreicht gegen das dreissigste Jahr ihr Maximum, während bei dem letzteren mit dem Eintritte der Menstruation keine Zunahme erfolgt, und erst mit dem Aufhören der Regeln die Ausscheidung der Kohlensäure wieder etwas zunimmt. Im Alter zeigt sich bei beiden Geschlechtern eine Abnahme. Ueberhaupt kommen bei dem Manne viel bedeutendere Differenzen vor und ist die Exhalation der Kohlensäure ungefähr um $\frac{1}{3}$ stärker, als beim Weibe. Im Verhältniss zum Körpergewichte ist die Karbonausscheidung bei jüngeren Individuen viel stärker, als bei Erwachsenen.

Die Temperatur hat bei Insekten, Mollusken, und auch bei kaltblütigen Wirbelthieren einen bedeutenden Einfluss auf die Ausscheidung von Kohlensäure, und fällt dieselbe mit dem Sinken der Temperatur. Bei warmblütigen Thieren stellte sich nach Vierordts Untersuchungen ein umgekehrtes Verhältniss heraus; die zunehmende Luftwärme bewirkt bei dem Menschen eine bedeutende Abnahme in der Zahl und Tiefe der Athembewegungen, sowie in dem Kohlensäuregehalte der ausgeathmeten Luft. In 100 Theilen derselben, bei einer Temperatur von $8^{0},47$ C., betrug die Kohlensäure 4,28, bei einer Temperatur von $19,40^{0}$ C. 4,00.

Die Untersuchungen, welche Vierordt über den Einfluss des Luftdruckes anstellte, gaben das Resultat, dass ein Steigen des Barometers um 5‴,67 die Pulsschläge in einer Minute um 1,3, die Athemzüge um 0,74 und die ausgeathmete Luft um 586 K. C. vermehrte, dagegen die relative Kohlenmenge um 0,309 % verminderte. Diese relative Verminderung ist nach ihm lediglich in der stärkeren Athmungsfrequenz bei hohem

Barometerstande zu suchen, bei welcher eine grössere Quantität Luft inspirirt wird, so dass das Verhältniss der exspirirten Kohlensäure zu derselben eine Abnahme erleiden muss.

Die Versuche, welche Legallois über das Athmen der Thiere in um 1/3 verdünnter Luft anstellte, ergeben, dass dieselben zwar absolut weniger Sauerstoff resorbirten, relativ zur Sauerstoffmenge der verdünnten Luft aber mehr einnahmen, während das Verhältniss der exspirirten Kohlensäure zum absorbirten Sauerstoffe keine vom Athmen in normaler Luft merkliche Abweichung zeigte.

Man hat nach Prout allgemein bedeutende Modifikationen der Respiration nach den Tageszeiten angenommen. Vierordt bestreitet dieselben, hält jedoch den Einfluss der Verdauung nach seinen Beobachtungen an sich selbst für sehr bedeutend. Die Verdauung steigert alle respiratorischen Funktionen, ausgenommen das Volumen einer Exspiration, was durch die Magenausdehnung erklärlich, und durch gesteigerte Frequenz ersetzt wird. Die Kohlensäuremenge nimmt nach der Mahlzeit zu, beim Hungern aber ab, ebenso nach dem Genuss spirituöser Getränke.

Im Schlafe sinkt die Energie der Respiration am meisten herab; nach Scharting wird während desselben 1/4 weniger Kohlensäure exspirirt. Bei Körperbewegung nimmt die Respirationsfrequenz und die Sauerstoffaufnahme bedeutend zu, nach Vierordt auch die Kohlensäureausscheidung. Nach Andral und Gavarret nimmt auch in der Schwangerschaft die Ausscheidung der Kohlensäure etwas zu.

Vierordt suchte besonders die Kohlensäuremenge im Verhältniss zur Frequenz der Respiration zu bestimmen; es tritt mit derselben eine Vermehrung ein und zwar nach einem arithmetischen Verhältnisse. Störmer (*Observ. de acidi carb. respiratione exhalati quantitate. Hal.* 1848) fand jedoch andere Werthe, und zwar in einem geometrischen Verhältnisse.

Wesen des Athmungsprozesses.

Man hat das Athmen mit dem Verbrennungsprozesse oder der Fäulniss verglichen, weil auch bei diesen unter Zutritt von Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser gebildet wird. Indessen ist diese Analogie nicht richtig. Der Athmungsprozess

in den Lungen selbst hat mit diesen Vorgängen gar nichts gemein, denn es umfasst derselbe nur den Austausch der genannten Gasarten, ein Vorgang, der von der Bildung und Verwendung der abgegebenen und aufgenommenen Gasarten zu trennen ist.

Man war in neuerer Zeit bemüht, die Gesetze der Gasaustauschung zwischen Blut und Luft, welche im Allgemeinen den Gesetzen der Endosmose und Exosmose entsprechen, zu erforschen. Stets zeigt sich hierbei eine Neigung des Blutes zur Aufnahme von Sauerstoff und zur Abgabe von Kohlensäure, indem überall zwischen beiden Gasarten sich das Gleichgewicht herzustellen sucht, und wo ein an Kohlensäure reicherer Stoff mit einem an Sauerstoff reichen zusammenkommt, ein Gasaustausch erfolgt; sie zeigen aber jedenfalls, dass der Athmungsprozess nicht als chemischer Vorgang aufgefasst werden darf, bei dem durch Hinzutreten des Sauerstoffes sich neue Stoffe, wie Kohlensäure und Wassergas bilden; er stellt vielmehr eine physikalische Erscheinung dar, Sauerstoff tritt ein, Kohlensäure und Wassergas, in keiner chemischen Beziehung zu dem eintretenden Sauerstoff stehend, entweichen.

Geht man weiter in das Wesen der Respiration ein, erforscht man deren Beziehung zur Stoffumwandlung im Organismus, so müssen wir sie einerseits als Sekretionsprozess, anderseits als Absorptionsprozess auffassen. Dieser letztere führt den Sauerstoff in den Organismus ein, welcher die oxydablen Stoffe des Organismus, namentlich die Fettbilder und Fette, zu Kohlensäure und Wasser umwandelt, und ersterer führt die Produkte des thierischen Stoffwechsels aus dem Organismus, wobei er durch die Ausscheidung auf der Haut unterstützt wird, während der bei diesem Prozess freiwerdende Stickstoff besonders in dem Harn seine Ausscheidung findet.

Der aufgenommene Sauerstoff geht, so weit unsere Kenntniss über das weitere Verhalten desselben reicht, zum Theil sogleich im Blute chemische Verbindungen ein, die sich in den chemischen Differenzen des arteriellen und venösen Blutes aussprechen, und welche nicht allein aus der Abgabe der Kohlensäure hervorgehen. Diese Verbindung erfolgt wahrscheinlich mit dem Faserstoff. Ein Theil des Sauerstoffes bleibt aber im Blute frei und gelöst, und setzt dann den Oxydationsprozess im Organismus fort, indem er mit dem Parenchym

der Organe in den eigentlichen Respirationsprozess zunächst eingeht. Vierordt unterscheidet daher den in den Lungen stattfindenden Gasaustausch, den er atmosphärische Diffusion nennt, von dem zwischen dem Blute und den Körpertheilen vor sich gehenden, den er als parenchymatöse Diffusion bezeichnet. Bei dieser gibt das Blut den Sauerstoff ab und nimmt die Produkte der organischen Rückbildung, Kohlensäure und Wassergas auf. Zwischen beiden Diffusionen findet aber der Unterschied statt, dass bei der Lungenathmung der Austausch zwischen einer Luftart und einer Flüssigkeit, bei der der Organe zwischen festen Körpern und einer Flüssigkeit erfolgt.

Während nun der Sauerstoff der Luft zunächst in den Lungen mit der Kohlensäure des Blutes sich austauscht, pflanzt sich dieser Prozess in den ganzen Organismus fort, und die Kohlensäure geht den umgekehrten Weg, von dem Parenchym der Organe zu den Lungen hin vorschreitend. Sie scheint in dem Blute nur aufgelöst enthalten zu sein, wofür die Leichtigkeit, mit welcher sie aus dem Blute austritt, spricht, und das Vorkommen kohlensaurer Salze im Blute beweist in keiner Art, dass die Kohlensäure nicht auch frei in demselben enthalten sei.

Als Träger der Gase im Blute sind besonders die Blutkörperchen anzusehen, was dadurch bewiesen wird, dass die Gase von geschlagenem Blute, Serum und Blutkörperchen viel schneller und stärker absorbirt werden, als vom Serum allein. Das Letztere hindert aber die Gasabsorption nicht, denn Stücke geronnenen Blutes, die unter dem Serum lagen, absorbirten kräftig den Sauerstoff der Atmosphäre.

Es ergibt sich aus dem Angeführten der Einfluss der Respiration als Aufnahme- und Ausscheidungsprozess auf die Umwandlung der organischen Materie, und der Zusammenhang, in welchem beide stehen, indem ersterer den letzteren wesentlich bedingt, wenn auch beide in ihrem ersten Momente getrennt aufzufassen sind.

Ueber die Wärmebildung in den Lungen bei dem Athmungsprozess ist schon oben gesprochen, es ist ersichtlich, dass sich diese mit der Ausbreitung desselben über den ganzen Organismus auch auf diesen verbreiten und die Respiration

so eine wichtige Quelle der Eigenwärme des Organismus abgeben muss.

Ernährung, Wachsthum, Wiedererzeugung.

Wir haben in dem Vorhergehenden die Stoffaufnahme und die Blutbildung dargelegt, und gehen nun zu den weiteren Erscheinungen des Stoffwandels, als dessen Mittelpunkt wir eben das Blut anzusehen haben, über, nämlich zu der Ernährung und den Ausscheidungen, denn beide Vorgänge werden durch dasselbe vermittelt und sind gleichsam die Zwecke seines Daseins.

Für die Ernährung ist es nothwendig, dass aus dem Blute die sogenannte Ernährungsflüssigkeit zu den Organen trete und diese durchtränke, dass die Organe dieselbe aufnehmen und sie zu Organtheilen assimiliren, zugleich aber wiederum früher assimilirte Organtheile abstossen und so einen Stoffwechsel veranlassen. Insofern durch diesen Prozess die lebendige Integrität der Theile erhalten wird, eine eigentliche Zunahme nicht erfolgt, gehört er der Ernährung wesentlich an; erfolgt Zunahme, so stellt er das Wachsthum dar; und wenn durch ihn neue Theile entstehen, stellt er die Wiedererzeugung dar.

Von der Ernährung und dem Wachsthum.

Wir handeln zunächst von der Ernährung, in welcher der Grundprozess dieser verschiedenen Vorgänge enthalten ist. Es ist die Kenntniss der speziellen Erscheinungen bei derselben bisher noch eine sehr geringe. Das Austreten der Ernährungsflüssigkeit aus dem Blute entgeht der Beobachtung, und man ist nicht im Stande, die Art, in welcher der Austritt vor sich geht, noch die Theile, welche austreten, zu verfolgen. Die Annahme von Döllinger und Dutrochet, dass die Blutkörperchen zu den Organen treten, hat sich nicht bestätigt, und ebenso ist es ungewiss, ob der Farbstoff zu den Muskeln geht. Einen Austritt der Ernährungsflüssigkeit durch offene Mündungen der Kapillaren kann man schon aus dem Grunde nicht annehmen, weil die Primitivfasern der Muskeln, Nerven u. s. w. dünner als die Kapillargefässe sind; man kann daher den

Stoffwechsel nur durch die Kapillargefässwände in Folge der Exosmose annehmen; nach den eigenthümlichen Gesetzen derselben ziehen die Organtheile die Ernährungsflüssigkeit aus dem Blute wahrscheinlich schon mit vorzüglicher Hinneigung zu bestimmten Bestandtheilen, die ihrer Natur ähnlich sind, und eignen sie dann, in Folge ihrer eignen belebenden Kraft, sich an. Auf diese Weise werden aus der allgemein verbreiteten, aber überall ursprünglich gleichen Ernährungsflüssigkeit im Blute die verschiedenen Organ- und Gewebtheile durch die denselben inwohnende Kraft gebildet. Nach Valentin findet die nächste Wechselwirkung zwischen der Parenchymflüssigkeit und Ernährungsflüssigkeit statt, und dann treten die fortwährenden Wachsthumveränderungen, welche die einzelnen histologischen Elemente des Körpers erleiden, auf, von denen wir nur bei manchen Geweben, die sich leichter verfolgen lassen, einige Kenntniss besitzen. So findet man in der Oberhaut des Menschen, ganz an der äusseren Oberfläche, glatte, verhornte, nicht selten kernlose Epithelialblättchen. Je tiefer man in der Epidermis eindringt, um so weniger verhornt, um so jünger werden die Zellen, um so mehr tritt im Allgemeinen der Kern hervor. Der sogenannte Malpighi'sche Schleim besteht aus der jüngsten Zellenbildung. Da nun die oberflächlichen Epithelialblättchen der Oberhaut durch Reibung, Waschen u. dergl. losgestossen werden, so findet hier ein steter Umänderungsprozess statt, durch welchen die Oberhaut binnen gar nicht langer Zeit eine ganz andere wird. Gleiches erfolgt in den Pflasterepithelien. Valentin vermuthet, dass ein ähnlicher Prozess sich in anderen Theilen modifizirt wiederhole, wenn er auch noch nicht erkannt ist. Zuerst bilden sich also aus den neuen herbeigeführten Stoffen die Anlagen der jüngsten Stadien der permanenten Gewebeentwicklung aus, und sowohl der Ueberschuss, als die schon gebildeten jüngsten Theile werden dann verwendet, um die älteren Entwicklungsstadien zu erzeugen. Wie nun aber diese älteren Entwicklungsstadien sich umbilden und ausscheiden, darüber fehlen alle Anhaltspunkte.

Die Ausscheidung der Nutritionsflüssigkeit findet in den Kapillargefässen, und zwar nach Valentin in dem arteriellen Theile statt. Die Annahme aber, dass zum Ernährungsprozess das Durchdrungensein des Organes von Blutgefässen noth-

wendig sei, muss nach neueren Forschungen aufgegeben werden, denn es findet einerseits eine weitere Verbreitung der Ernährungsflüssigkeit statt, anderseits wohnt den Organtheilen selbst ein eigenthümliches Restitutionsvermögen ein.

Für die weiteren Betrachtungen über die Erscheinungen des Ernährungsprozesses unterscheiden wir die chemischen und morphologischen Veränderungen, welche bei demselben stattfinden.

Chemismus des Ernährungsprozesses.

Die Schwierigkeit, mit den chemischen Prüfungsmitteln die Materien, welche bei der Ernährung in Thätigkeit treten, zu verfolgen, ist einleuchtend; es ist nicht gelungen, den Nahrungssaft, welcher die Blutbahn verlässt, von den Bestandtheilen der Gewebe getrennt zu erhalten, und man hat denselben nach den Flüssigkeiten zu bestimmen versucht, welche sich in den serösen Höhlen des Körpers ansammeln. Indessen ist schon bei der Betrachtung über das Lymphsystem darauf aufmerksam gemacht worden, wie eben die Anfangslymphe, der zur Ernährung nicht verbrauchte Theil der aus dem Blute ausgetretenen Flüssigkeit, nachdem diese in Wechselwirkung mit den Organen getreten, nicht zu bestimmen ist, und dasselbe gilt wiederum von der Ernährungsflüssigkeit. Wir können diese Transsudate nicht als reine Ernährungsflüssigkeit ansehen, sie haben schon anderweitige Prozesse durchgemacht, was aus dem Mangel des Faserstoffes deutlich hervorgeht. Wir können daher nur mit Vorsicht die wenigen Anhaltspunkte, die sie uns liefern, und welche wir nach Moleschott (*Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren. Erl.* 1851) mittheilen wollen, benutzen.

Die Bestandtheile dieser Exsudate sind Wasser, Eiweiss, Fette, Chloralkalimetalle und Salze, und sie enthalten im gesunden Zustande mehr Wasser als Eiweiss, mehr Eiweiss als Salze, mehr Salze als Fett, so dass die wesentlichen Bestandtheile des Blutes im Ganzen in ähnlichen Mengenverhältnissen aus den Kapillaren zu den Geweben treten, in denen sie im Blute vorhanden sind. Nur die Salze machen nach Frerichs' Untersuchungen, namentlich für die Synovia, eine Ausnahme, indem sie verhältnissmässig in grösserer Quantität vorhanden

sind, und es scheint daher die Austrittsgeschwindigkeit der Salze eine grössere, als die des Eiweisses und des Fettes, welche Differenz nach Moleschott jedoch nicht so bedeutend, dass das eben angegebene Verhältniss im Allgemeinen verändert würde.

Geregelt wird die Ausschwitzung durch das endosmotische Aequivalent der einzelnen Blutbestandtheile, sie wird aber je nach dem Drucke, der auf die trennende Membran einwirkt, geändert, und es ist daher die Spannung, unter welcher die Flüssigkeiten diesseits und jenseits der trennenden Haut verkehren, das bedingende Moment für die verschiedene Schnelligkeit der Durchschwitzungen. Von C. Schmidt (*Charakteristik der epid. Cholera, Leipzig u. Mitau* 1850) ist auch die Breite, in welcher das endosmotische Aequivalent einwirkt, zur Sprache gebracht, und er beobachtete hiernach für das Eiweiss, je nach den einzelnen Gruppen der Haargefässe, eine sehr verschiedene Austrittsgeschwindigkeit; dasselbe durchdringt das Lungenfell, das Bauchfell, die Hirnhäute und das Unterhautzellgewebe, in der angegebenen Reihenfolge immer schwächer.

Nach Lehmann findet man ausser neutralen und verseiften Fetten in den Durchschwitzungen gesunder Körper Cholesterin und Serolin, so namentlich das Cholesterin aus den Adergeflechten der Hirnhöhlen.

Nach Schmidt treten die einzelnen Salze in den durchgeschwitzten Flüssigkeiten in denselben Mengenverhältnissen auf, wie in dem Blutwasser; nur die Durchschwitzung der Adergeflechte der Hirnhöhlen führt mehr Kaliverbindungen und phosphorsaure Salze; auch die Cerebrospinalflüssigkeit zeichnet sich durch Reichthum an Phosphorsäure und Armuth an Chlor vor den übrigen Ausschwitzungen aus.

Bei einer so geringen Kenntniss über die Verschiedenartigkeit des Nahrungssaftes nach den einzelnen Geweben des Organismus fehlt jede weitere Kenntniss über die Erzeugung derselben aus dem Nahrungssafte, und es bleibt nur übrig, chemisch die Bestandtheile des Blutes in ihrer Entwicklung durch die Gewebe zu verfolgen und gegenüberzustellen, wie dieses von Moleschott (a. a. O.) geschehen ist, auf welchen wir verweisen.

Was die eiweissartigen Körper betrifft, so sind sie überall im Nahrungssafte enthalten, es lässt sich jedoch der Reichthum an Eiweiss nicht nach dem Feuchtigkeitsgrade der

Organe bestimmen; wenn derselbe auch in den trockensten Theilen, den Zähnen, Knochen, Knorpeln, fehlt, so ist doch der Glaskörper des Auges, trotz seines Reichthums an Wasser, nur arm an Eiweiss. Man muss annehmen, dass die eiweissartigen Verbindungen des Blutes unverändert durch die Haargefässe hindurchschwitzen und dann je nach der Natur der Gewebe, in deren Bildung sie eingehen, sich mehr oder weniger verändern.

Wir besitzen nur wenige Angaben über diese Veränderungen. Ueber den Faserstoff hat Fellenberg Folgendes mitgetheilt. In dem Liquor sanguinis, welcher durch die Gefässhäute hindurchschwitzt, erleidet derselbe noch keine Veränderungen, denn das in dem flüssigen, gerinnbaren Exsudate eines Pferdes enthaltene Fibrin liess sich noch nach den durch die Nebenumstände gebotenen Reduktionen auf gleiche Formel wie der Faserstoff des Blutes desselben Thieres $= C_{80}\ H_{156}\ N_{23}\ O_{27}$ reduziren. Indem aber der Faserstoff sich ansetzt, gleichsam auskrystallisirt, zeigen sich Veränderungen, und zwar gehen von ihm um so mehr Wasserelemente, zu einem je festern Gebilde er sich konsolidirt. Dieses Gesetz zeigt sich im Erwachsenen, im Embryo und bei krankhaften Neubildungen. Ueberall bleiben die Atome des Kohlenstoffes und des Stickstoffes ganz oder fast gänzlich unverändert, und nur die des Wasserstoffes und Sauerstoffes oder die des erstern allein vermindern sich mit zunehmender Konsolidation immer mehr.

Nach Liebig verlässt jedoch der Faserstoff nicht ganz unverändert die Blutbahn, und es unterscheidet sich der Faserstoff des Blutes bestimmter von dem der Muskelfasern, jener enthält mehr Stickstoff, dieser mehr Eisen (s. Liebigs *Annalen*, Bd. LXXIII, S. 125—128). Am reichsten findet sich das reine Eiweiss im Gehirn, den Nerven und den drüsigen Organen. M. S. Schultze fand in den Muskelfasern der Schlagadern einen eiweissartigen Körper, welcher einer höheren Oxydationsstufe anzugehören schien. In der mittlern Haut der Arterien fand derselbe ferner den Käsestoff, den man bisher in den Geweben nicht aufgefunden hatte. Das Globulin findet sich unverändert in der Krystalllinse, und auch die beiden Oxydationsstufen der Eiweisskörper scheinen das Blut unverändert zu verlassen, denn die Haut des Fötus liefert nach Güter-

bock keinen Leim, sondern Pyin, welches nach Mulder mit dem Proteintrioxyd übereinstimmt.

Aus umgewandeltem Eiweiss bestehen vorherrschend die Horngebilde, die elastischen Fasern und die verschiedenen leimgebenden Gewebe. Es lässt sich jedoch nach Moleschott über die Entstehung dieser Gewebe aus den eiweissartigen Verbindungen zur Zeit wenig Zuverlässiges sagen; dass sie aus Eiweissstoffen hervorgehen, ergibt sich aus ihrer Zusammensetzung und daraus, dass sie im Blute nicht gefunden werden. Diese Umwandlung erfolgt unter Aufnahme von Sauerstoff, daher diese Gewebe die eiweissartigen Verbindungen an Sauerstoffgehalt übertreffen. Die von Mulder beschriebenen Oxydationsstufen der Eiweisskörper bilden wahrscheinlich den Uebergang zu Horn und Leim, worauf der Umstand hindeutet, dass in der Haut des Fötus Mulders sogenanntes Proteintritoxyd der Vorläufer der leimgebenden Faser ist.

Das Fett findet sich bei den niederen Thieren nur in sehr geringer Menge, ist aber bei den meisten Geweben der Wirbelthiere und bei den Arthropoden sehr reichlich; nur die Lungen, die Knorpel, die Eichel, der Kitzler, besonders die Zahnkronen und die mittlere Haut der Arterien sind auch hier arm an Fett.

Die Fettsäuren des Blutes finden sich aber nur vereinzelt in den Geweben wieder; Berzelius fand Oelsäure, von Laer Perlmutterfettsäure in den Haaren. Dagegen ist es nach Moleschott in der Regel, dass die den Fettsäuren entsprechenden neutralen Fette in den Geweben auftreten, beim Menschen Elain und Margarin, bei Pflanzenfressern und namentlich bei den Wiederkäuern ausserdem auch Stearin. Die Fettseifen werden also, indem sie die Haargefässe verlassen, zerlegt, und die Fettsäure verbindet sich mit der Gruppe des Glycerins, deren Quelle jedoch noch gänzlich unbekannt ist.

Das Cholesterin des Blutes kehrt unverändert im Gehirn wieder. Für die Bildung der im Hirn und Mark der Nerven nach den Untersuchungen Fremy's enthaltenen zwei Arten von Fetten, der Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure, ist nach Moleschott die Annahme sehr wahrscheinlich, dass sie zu den phosphorhaltigen Fetten des Blutes in naher Beziehung stehen, vielleicht ganz mit denselben übereinstimmen.

Es ist in neueren Zeiten dargethan, dass Zucker in der Leber und nach Scherer in einer besondern Abart auch im Muskelfleisch vorkomme; ebenso hat Liebig das Vorkommen der Milchsäure im Fleisch, van Laer in den Haaren und Lehmann in der Krystalllinse dargethan; es ist jedoch die Entwicklung dieser Stoffe nicht verfolgt; bekannt ist, dass sie im Blute vorkommen.

Die anorganischen Stoffe müssen als unentbehrliche Bestandtheile der Gewebe betrachtet werden und sind so als Gewebebildner anzusehen. Zwischen den verschiedenen Geweben und den einzelnen anorganischen Stoffen ist dann auch eine bestimmte Verwandtschaft, so nach Liebig zwischen Muskelfaser und Chlorkalium, nach Lehmann zwischen der organischen Grundlage der Knorpel und Chlornatrium u. s. w.; so dass nach diesen Verhältnissen sich der Uebertritt der anorganischen Stoffe der Ernährungsflüssigkeit zu den einzelnen Geweben regelt.

Es ist oben angegeben, dass das Wasser und die Salze eine grössere Austrittsgeschwindigkeit besitzen, als Eiweiss, Fett und Faserstoff. Es muss daher die Nahrungsflüssigkeit aus den vom Herzen entfernteren Adern an den erstgenannten Stoffen verhältnissmässig ärmer erscheinen. Hiermit stimmt auch eine Beobachtung von Zimmermann überein; er fand nämlich in den Adern der hinteren Gliedmaassen weniger Wasser und mehr Faserstoff im Blute, als in den Adern der vorderen Glieder. Ebenso lässt sich dadurch erklären, dass nach Nasse, Andral und Gavarret die Menge des Faserstoffes und nach Nasse ausserdem des Eiweisses im Blute von Thieren zunimmt, die hungern, ohne Wasser aufzunehmen, während sich bei der Aufnahme von Getränken im Gegentheil die Menge der Eiweisskörper vermindert. Dadurch muss sich auch der Widerspruch lösen, dass Collard de Martigny bei fastenden Thieren eine Abnahme des Faserstoffes beobachtet hat, und zwar auch während noch eine Vermehrung der Blutkörperchen und des Eiweisses stattfand. Offenbar ist hier nach Moleschott, nächst der Aufnahme von Wasser als Getränk, die Zeit des Fastens von dem grössten Einflusse. Die organischen Bestandtheile werden durch den eingeathmeten Sauerstoff verbrannt, der höher oxydirte Faserstoff wahrscheinlich rascher, als das Eiweiss. Bei langer Dauer der

Inanitiation müssen deshalb die Eiweisskörper und die Fette des Blutes selbst dann, wenn nicht getrunken wird, abnehmen.

Morphologie des Ernährungsprozesses.

Nach J. Müller erfolgt das Wachsthum der organischen Theile grösstentheils nach den Gesetzen ihrer ersten Bildung, und so wie ihre ersten Elemente Zellen sind, so auch die späteren Elemente, welche Zellen dann sich zu den verschiedenen Formen der Gewebetheile gestalten. Die weitere Entwicklung der Gewebe aus dieser ersten Zellenbildung gehört der Entwicklungsgeschichte an, wohin auch die Veränderungen gehören, welche jedes organische Wesen bei seinem ersten Anfange bis zu seiner vollen Ausbildung und bis zur Rückbildung in allen seinen Theilen erleidet. Für die eigentlichen Ernährungserscheinungen kommen nur diejenigen Vorgänge in Betracht, welche die einzelnen Gewebe in allen Lebensabschnitten bei der Aufnahme neuer, zu ihrer Erhaltung nothwendigen Stoffe eingehen, und durch welche die Ausscheidung verbrauchter Stoffe ersetzt wird. Es ist schon oben angegeben, dass wie bei der Haut am deutlichsten die neu abgelagerten Gewebtheile, die jungen Gewebtheile immer denselben Zyklus von Veränderungen durchmachen, durch den die früher abgelagerten hindurchgegangen sind, und die Ernährung so durch Hinzutreten neuer Gewebtheile, nicht durch Vergrösserung der älteren erfolgt. Doch ist auch anzunehmen, dass in einzelnen Geweben die einzelnen Elemente eine verschiedene Dauer besitzen, und von diesen aus Stoffe abgegeben und aufgenommen werden. Wir sehen den Stoffwechsel in den flüssigen Theilen, den Säften, viel schneller, als in den festen Theilen, und müssen ebenso in den Organen, die aus einer festeren, von Flüssigkeit durchtränkten Grundlage bestehen, eine Verschiedenheit für die Abgabe und Aufnahme dieser beiden Materien annehmen. Diese steten Veränderungen bei der Ernährung werden durch die Gesetze für die Entwicklung des Organismus nach dem Umlaufe des Lebens beherrscht und nach dem Lebensabschnitt modifizirt.

Wo durch diese Gesetze oder aus anderen Ursachen die Ernährung mit Wachsthum, d. h. mit Massenzunahme verbunden

ist, da entsteht die Frage, ob diese durch Vermehrung oder Vergrösserung der Grundelemente, oder durch Ablagerung von Interzellularsubstanz entsteht. Es treten in den verschiedenen Geweben diese Arten der Massen- und Volumenzunahme öfters vereint auf; so muss nach J. Müller das Wachsthum der Muskeln aus der Bildung neuer primitiver Bündel, aus der Verlängerung der vorhandenen und aus der Bildung der primitiven Fasern geschehen. Bei den Knorpeln besteht das Wachsthum in der Bildung neuer Zellen innerhalb der schon vorhandenen, oder der Brutzellen innerhalb der Mutterzellen und in der Vergrösserung der Interzellularsubstanz. Nach Valentin erfolgt das Wachsthum der Organe höchst wahrscheinlich durch Vermehrung und nicht durch Vergrösserung der Gewebtheile; denn Muskelfaser, Nervenfaser u. s. w. zeigen bei dem kräftigen Manne und dem schwächlichen Mädchen dieselbe Stärke, ebenso die Knochenkörperchen. Ausserdem nimmt er jedoch eine Volumenvermehrung durch Ablagerung von Fett an.

Ein Unterschied in der Form der Ernährung und des Wachsthums zeigt sich, je nachdem die Gewebe in ihrem Inneren Gefässe enthalten oder diese entbehren, indem sie im ersten Falle in allen Stellen ihres Inneren Nahrungsflüssigkeit aufnehmen, im letzteren Falle diese bloss an der Oberfläche von dem nächstliegenden blutreichen Theile erhalten. Die erste Art wird Ernährung durch Intussusceptio, die zweite durch Apposition genannt. Der Unterschied zwischen beiden liegt vorzüglich in der Gleichförmigkeit der Durchtränkung der Gewebe mittelst der Ernährungsflüssigkeit, bei dem Wachsthum durch Intussusception, wodurch jedoch nicht ausgeschlossen wird, dass selbst in einem solchen Gebilde gewisse Flächen mehr als andere wachsen, was namentlich bei den Knochen der Fall ist, die vorzugsweise an der Oberfläche wachsen. Zu den durch Apposition ernährten Theilen gehören die Epithelien, das Zahngewebe und die Gewebe der Krystalllinse.

Ueber die speziellen Vorgänge bei der Ernährung und dem Wachsthum der einzelnen Gewebe müssen wir auf die grösseren physiologischen und anatomischen Werke verweisen.

Wenngleich Lähmung der Nerven eines Theiles in ihrem Gefolge häufig Störungen der Nutritionserscheinungen nach

sich zieht, so muss man doch nach J. Müller die Vegetation ihrem letzten Grunde nach als völlig unabhängig von dem Einflusse der Nerven ansehen; sie ist die immanente Kraft aller belebten thierischen Theilchen, die Kraftäusserung der primitiven Bildungstheilchen oder Zellen, und durch sie vegetiren auch die Nerven selbst. Der Einfluss der Nerven auf die vegetirenden Gebilde gleicht dem Regulator eines Uhrwerkes, das in sich selbst die Ursache seines Ganges hat. Wirkungen im Nervensysteme können den Gang der Vegetation und Ernährung modifiziren. Man hat in neuerer Zeit vielfach die Ernährungserscheinungen in ihrer Abhängigkeit von dem peripherischen und zentralen Nervensysteme durch unmittelbare Beobachtungen darzulegen versucht. Valentin stellte dieselben in der neuesten Ausgabe seiner *Physiologie* (Bd. II, S. 430 und 530) zusammen; sie zeigen das Verhalten des Säfteumlaufes und die veränderte Beschaffenheit der Gewebe bei der Aufhebung der Thätigkeit gewisser Nervenpartien, und so die mittelbare Modifikation der Ernährung; in wie weit diese unmittelbar durch das Nervensystem modifizirt werde, lässt sich jedoch hiernach nicht bestimmen.

Von der Wiedererzeugung.

Valentin versuchte die Wiedererzeugungsphänomene in vier verschiedene Kategorien zu theilen: 1) ein verstümmelter Theil ergänzt sich zu einem vollständigen Gebilde; 2) es entstehen in Folge von Verletzungen supernumeräre Gebilde; 3) es findet eine fortwährende Restitution statt; 4) ein verlorengegangener Theil wird vollständig ersetzt, die wahre Regeneration. Diese Eintheilung, die in der That den Prozess wenig umfasst, ist jedoch von ihm selbst wiederum aufgegeben. Auch die Eintheilung von Müller, in die Regeneration der Gewebe mit oder ohne Entzündung, ist keine wesentliche. Vor Allen kommt es bei der Regeneration auf die Ausdehnung der Wiederherstellung des Verlorenen und auf den mehr oder weniger komplizirten Bau desselben an. Während bei dem Salamander und den niederen Thieren sich ganze Glieder, wenn sie verloren gegangen, wieder ersetzen, und so der Wiedererzeugungsprozess am kräftigsten auftritt, überschreitet dieser bei den höheren Thieren nicht die Wiederherstellung

einzelner Gewebtheile von der Grenze der restirenden Gewebe aus, und je nach seiner grösseren oder geringeren Kraft sind die neu entstandenen Gewebe den verlorenen mehr oder weniger an Struktur, Form und Volumen gleich, und zwar entweder im innigen Anschluss an die getrennten Gewebefläche oder in Folge von Organisation der in die entstandene Lücke ausgeschwitzten Flüssigkeit, wodurch zugleich die Aneinanderheilung getrennter Theile bewirkt wird.

Es fehlt an Forschungen über die Gesetze, nach denen sich die Wiedererzeugung regelt, und wir begnügen uns, die Beobachtungen über die Regeneration der einzelnen Gewebe des Menschen nach Valentin und Müller mitzutheilen.

Die Nägel erzeugen sich wieder, so lange ihre Matrix vorhanden ist, ebenso Theile der Oberhaut und der Haare, es findet aber überhaupt in diesen Theilen ein fortwährender Erneuerungsprozess statt. Entfernt man ein oberflächliches Stück dieser Gebilde, des Nagels und des Haares, so bleibt die Lücke und rückt so weit vorwärts, bis ihre Umgebungen abfallen. In einzelnen Fällen hat man selbst an den Mittelgliedern amputirter Finger anfangende Nagelbildung beobachtet. Bei den Haaren schwindet nach Heusinger die Zwiebel des alten Haares und es bildet sich eine neue Matrix.

Von den Geweben, welche nicht wie die Oberhaut, Nägel und Haare sich unausgesetzt erneuern, hat nur ein Theil das Vermögen sich wiederzuerzeugen, und zwar vorzugsweise die Krystalllinse, der Knochen und das peripherische Nervensystem.

Valentin fand, wenn er die Krystalllinse vom Kaninchen entfernte, die Kapsel aber zurückliess, in dieser nach einiger Zeit eine Masse, die der Linsensubstanz sich anschloss, wie dieses schon Leroy d'Etiole beobachtete. Auch wenn die verdunkelte Linse eines Menschen bei der Operation des grauen Staares ausgezogen oder nach einer anderen Stelle des Auges gebracht wird, findet man später bisweilen eine kleine Linse in der früher verletzten Kapsel. Valentin will diese Eigenschaft der Linse aus den embryonalen Verhältnissen erklären. Die Linsenkapsel geht nach Huschke aus einer Einstülpung der äusseren Haut hervor; die Linsenzellen, welche die Grundlage der späteren Fasern bilden, sind daher gewissermaassen als Oberhautzellen zu betrachten und werden sich, so-

bald die Matrix in Thätigkeit bleibt, von Neuem erzeugen können.

Der Regenerationsprozess der Knochen ist der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen geworden. Er zeigt sich schon darin verschieden, dass nicht überall die wiederhergestellte Masse Callus ist, sich vielmehr faserige, biegsame Massen, so bei der Kniescheibe, oder ligamentöse Massen, wie beim Halse des Oberschenkels, bilden. Der früher lange geführte Streit, ob die neue Masse von dem Periosteum oder der Knochensubstanz gebildet werde, ist jetzt dahin allgemein entschieden, dass die letztere sie liefert. Nach Miescher ist der Vorgang folgender. Der vollständige Knochenbruch zerreisst die Blutgefässe des Knochens und der Beinhaut und streift diese eine Strecke weit los. Die heftig gereizten Muskeln ziehen sich übermässig zusammen, verschieben die Bruchenden des Knochens und verletzen sich an dessen Zacken. Das Blut, das auf diese Art in reichlicher Masse hervorquillt, dringt in die Markmasse und in die Zwischenräume der Weichgebilde der Nachbarschaft ein, gerinnt und durchzieht das Ganze als rothe und zähe Verbindung. Eine heftige Entzündung, die bald nachfolgt, scheidet eine flüssigere oder festere Ausschwitzung aus, dadurch wird die ursprüngliche rothe Farbe blasser und die Weichgebilde kleben inniger zusammen. Die Beinhaut schwillt unterdess an. Eine gallertartige Zwischenbildung drängt sich unter sie und über den Knochen. Das Mark verdickt sich, wird weisser und haftet inniger an den Knochen. Eine röthlichweisse Masse sprosst aus ihm hervor, vereinigt sich mit der äussern Ausschwitzung, die zwischen der Beinhaut und dem Knochen entstanden war, und bildet so eine vorläufige Verbindung, die sich nicht blos auf die Ausfüllung der entstandenen Lücke beschränkt, vielmehr einen grösseren Umfang einnimmt. Ihre Gewebe bilden sich bald in allen Richtungen fort. Die inneren Theile geben sich bald als Knorpel zu erkennen, es bilden sich Höhlen als Vorläufer der Markkanälchen, die dann von wahren Knochenbälkchen von den Bruchenden des Knochens aus begrenzt werden. Die äusseren Theile gehen erst später in Knochenbildung über.

Die Regeneration der Nerven hat zu zahlreichen Kontroversen geführt, deren Darlegung zu weit führen würde; wir lassen daher die Angaben Valentins, welcher die Erscheinung

nach den neuesten Forschungen darlegt, folgen. Hat man den Nerven eines Kaninchens oder Hundes getrennt, so entfernen sich die Durchschnittsflächen von einander. Die Zellgewebefasern, welche die Nervenfasern einhüllen, verlieren ihre natürliche Spannung, biegen sich wellenförmig und erzeugen Querlinien, zugleich kann etwas Mark an den Enden der Nervenfasern hervorgedrängt werden. Kommt die Wiedererzeugung zu Stande, so füllt eine Ausschwitzung die neu entstandene Lücke, die Ablagerung dehnt sich in der Regel weiter aus und bildet eine unregelmässige Masse, die selbst in die Zwischenräume der Nachbargewebe eindringt; sie ist nicht immer rein weiss, sondern hat oft eine gelbliche oder röthliche Farbe und zeigt eine Menge von körnigen Elementen, von denen wahrscheinlich ein Theil die Grundlage der neuen Nervenfaser bildet. Diese gehen von den Enden des getrennten Nerven nach der Mitte zu aus und haben alle Merkmale der Nervenfasern. Der Theil der Ausschwitzung, der weder hierzu verbraucht noch aufgesogen wird, verwandelt sich allmälig in weisse, zellgewebige Fasern, aus denen eine grosse Partie des Knollens, der sich an der verletzten Stelle bildet, besteht. Dieser Knollen schwindet nach längerer Zeit. An dieser Regeneration nimmt zwar ein grosser Theil der Primitivfasern, aber nicht alle Antheil. Diejenigen, welche unterbrochen bleiben, schwinden wahrscheinlich nach und nach.

Ist die Lücke zu gross oder haben sich fremdartige Theile eingedrängt, so findet keine Wiedererzeugung statt; es umgeben sich dann die Enden mit Ausschwitzungsmassen, die sich oft in Knollen verwandeln, doch können die Nervenenden auch spitz in einen Faden auslaufen. Es gehen dann viele Nervenfasern eines solchen Stammes zu Grunde, welcher Entartung besonders der peripherische Theil des Nervenstammes unterliegt.

Die Primitivfasern und die Nervenkörper des Gehirnes und des Rückenmarkes stellen sich wahrscheinlich nicht wieder her.

Muskeln, Sehnen, Knorpelmassen erzeugen sich, wenn sie getrennt werden, nicht wieder; in die entstandene Lücke tritt Ausschwitzungsmasse ein, die aber nur in zellgewebige Faser übergeht. Ebenso vernarben die Drüsen, ohne dass die Narbensubstanz die Eigenschaften der Drüsensubstanz annimmt.

Die von einigen Schriftstellern angenommene Regeneration der Schleimhäute ist ebenfalls nach Valentin unwahrscheinlich.

Dünnere Blutgefässröhren können unter krankhaften Verhältnissen neu entstehen, ebenso kann sich der Gallen- und Bauchspeicheldrüsengang wenigstens so weit wiederherstellen, dass der gewöhnliche Abfluss möglich wird. Ob sich die Wände der grösseren Puls- und Blutadern wiedererzeugen, ist jedoch ungewiss. Ist eine Schlagader unterbunden oder sonst unwegsam geworden, so gerinnt das Blut in derselben bis zur nächsten Abgangsstelle eines Hauptastes; dann erfolgt in diesem Theile eine Ausschwitzung, die in Zellgewebefasern übergeht, so dass dieser ganze Theil bandartig wird. Zugleich bildet sich ein Seitenkreislauf, bei dem die naheliegenden Arterien die Funktion der verschlossenen Arterie übernehmen.

Wo bei der Regeneration der Theile Entzündung hinzutritt, und es geschieht dieses bei den Menschen und höhern Thieren, mit Ausnahme des Wiederersatzes der Horngewebe und Oberhaut, fast durchgehends, muss man die Regeneration mit exsudativer Entzündung und die mit suppurativer Entzündung unterscheiden, welche Verhältnisse von J. Müller näher dargelegt sind. Bei der ersteren zeigt die ausgeschwitzte Masse eine Zellenbildung und Gefässbildung, bei der letzteren fehlt diese Gefässbildung, die unteren Ränder und der Boden werden durch Wachsthum der organisirten Partikelchen vorgeschoben, indem sich zwischen den schon vorhandenen Zellen neue bilden, immer aber zugleich die äussersten sich wieder abstossen.

Von der Rückbildung der Materie.

Wir haben bei der Verdauung, der Resorption, Chylifikation, Lymphbildung, bei dem Blutleben und der Ernährung die in den Organismus aufgenommene Materie bis zur Bildung der Gewebe verfolgt, und gesehen, dass die Materie eine wandelbare ist und aus den Geweben wieder austritt. Dieser Prozess der Rückbildung ist jedoch ein sehr dunkler. Bei den an äusseren oder inneren Oberflächen gelagerten Geweben, der Epidermis, den Epithelien, den Haaren und Nägeln, können, wie schon angegeben ist, die älteren Gebilde, welche sich

stets den freien Oberflächen zuwenden, auf rein mechanische Weise abgestossen werden. Bei den innerlich gelagerten Geweben ist eine solche Art der Regeneration unmöglich; hier müssen die abgehenden Stoffe auf chemische Weise aufgelöst, in flüssiger Form dem Blute zugeführt und hier durch die Se- und Exkretionsprozesse aus dem Organismus befördert werden. Es ist bisjetzt der Anatomie in keiner Weise gelungen, mit dem freien oder bewaffneten Auge diese Auflösung der inneren Gewebe wahrzunehmen, und auch der Chemie werden keine Materien dargeboten, welche bestimmte Anhaltspunkte zur Erforschung dieses Prozesses abgeben könnten. Es ist daher in dieser Lehre noch Vieles nothwendig auf Hypothese gebaut, und bei der geringen Bearbeitung, die bis jetzt diesem Theile der Physiologie geworden, beziehen sich auch diese nur auf einige Vorgänge desselben. Das Hierhergehörige finden wir in Moleschotts *Physiologie des Stoffwechsels* zusammengestellt, aus welcher wir das Folgende entnehmen.

Der Sauerstoff, der so mächtig in den Stoffwandel bis zur Bildung der Gewebe eingreift, gelangt durch die Haargefässe in die Gewebe und übt auch hier seinen Einfluss als mächtiger Katalytiker aus.

In den Geweben zerfallen durch ihn die Eiweissstoffe und Fette. Nach Liebigs Untersuchungen sind das Kreatin, das Kreatinin und die Inosinsäure Uebergangsstufen, auf denen das Eiweiss in Harnstoff übergeführt wird. Es sind diese drei Körper die ersten Oxydationsstufen der eiweissartigen Körper, die im Gegensatz zu Horn und Leim nicht mehr im Stande sind, die Formbestandtheile der Gewebe zu bilden.

Neben diesen kommen aber auch entschiedene Ausscheidungsstoffe in den Geweben vor, welche als Erzeugnisse des Stoffwechsels an der Grenze zwischen organischer und anorganischer Materie stehen. Vorzugsweise liefert die Milz eine reichliche Menge des von Scherer als Hypoxanthin bezeichneten Körpers, welchen derselbe auch im Herzmuskel, und zwar häufig in grosser Menge gefunden hat. Es unterscheidet sich von der Harnsäure nur dadurch, dass es 2 Aeq. Sauerstoff weniger führt, und kommt mit derselben oft vereint in der Milz vor, für welche es als eine Uebergangstufe anzusehen.

Wenn nun nach Liebig die Harnsäure durch Aufnahme

von Sauerstoff in Kohlensäure und Harnstoff zerfällt und anderseits in neuer Zeit in vielen Flüssigkeiten des Organismus, so in der Glasflüssigkeit, der wässerigen Flüssigkeit des Auges, in der Amniosflüssigkeit und in der Flüssigkeit eines chronischen Wasserkopfes Harnstoff aufgefunden, so muss man bei der Rückbildung der Materie den Uebergang der eiweissartigen Körper, durch die Aufnahme von Sauerstoff in Harnstoff, als eine erwiesene Thatsache annehmen.

Für den Uebergang der Fette in den Geweben in Kohlensäure und Wasser und die dabei stattfindenden Uebergangsstufen stellt Moleschott Folgendes auf. Vielleicht gehört nach ihm schon die Milchsäure, soweit sie in den Geweben auftritt, hierher, wofür die Angabe von Berzelius spricht, dass der Muskel um so viel reicher an Milchsäure ist, je kräftiger er angestrengt wurde. Ohne allen Zweifel sind aber die Bernsteinsäure, die Heintz als Natronsalz in der Hydatidenflüssigkeit der Leber einer Frau mit Gewissheit, die Ameisensäure, welche Scherer in dem Safte des Fleisches mit Wahrscheinlichkeit, die Kleesäure, welche C. Schmidt im Schleim beobachtet hat, als Zwischenglieder zwischen den Fetten einerseits und zwischen der Kohlensäure und dem Wasser anderseits zu betrachten. Wenn man bedenkt, wie häufig die genannten Stoffe von den Chemikern als Oxydationsprodukte erhalten werden und dass die Bernsteinsäure bei der Behandlung der Fette mit Salpetersäure sich bildet, so wird man nach Moleschott die folgende Reihe der Entwicklung dieser Körper als das Ergebniss einer fortschreitenden Oxydation der Fette durchaus natürlich finden.

Milchsäure	$C_6\ H_5\ O_5$	+ HO.
Bernsteinsäure	$C_4\ H_2\ O_3$	+ HO.
Ameisensäure	$C_2\ H\ O_3$	+ HO.
Kleesäure	$C_2\ O_3$	+ 3 HO.
Kohlensäure	$C\ O_2$	Wasser HO.

Auf diese Weise würden sich also die Kohlensäure und die kohlensauren Salze in dem Parenchym der Organe bilden und die Fette zurückführen, um dann durch den Respirationsprozess ausgeschieden zu werden.

Wenn nach Scherers Untersuchungen in dem Fleischsafte Essigsäure und flüssige Fettsäuren enthalten sind, so muss

man auch diese Körper als Uebergangsstufen zur Bildung von Kohlensäure und Wasser betrachten.

Die wichtigsten Ausscheidungsstoffe, Harnstoff oder Stickstoff und Kohlensäure, treten somit als Endresultate des Stoffwandels bei der Rückbildung der Gewebe hervor und müssen zu ihrer Ausscheidung aus dem Organismus in das Blut übergehen, wo sie, so wie auch mehrere ihrer Uebergangsstufen, von den neueren Forschern vielfach aufgefunden sind.

Von der Absonderung.

Wir haben bei der Lehre von der Stoffaufnahme, dem Stoffwandel und der Ernährung gesehen, dass alle hierbei interessirten Materien durch die Gefässhäute in die Blutmasse ein- und austreten, dass sich die austretenden Stoffe bei der Ernährung verschieden zeigen, je nach den zu bildenden Geweben, wenngleich diese Verschiedenheit nur einen Faktor zur Bildung der einzelnen Gewebe abgibt. Es ist daher der ganze Stoffwechsel im Wesentlichen auf einen Absonderungsprozess basirt. Bei allen den bisher gelehrten Vorgängen war jedoch die Absonderung der Stoffe nicht von der Art, dass durch diesen Prozess vorherrschend materielle Umstimmungen in der austretenden Flüssigkeit erzeugt wurden. Bei den Sekretionsprozessen, die wir hier zu betrachten haben, ist dieses der Fall. Wie für den ganzen Stoffwechsel das Blut den Mittelpunkt darstellt, so ist es auch der Heerd aller Sekretionen; aber die Produkte, die bei denselben erzeugt werden, sind von dem Blute wesentlich verschiedene Flüssigkeiten, die zur Ernährung, zur Umwandlung in Gewebtheile nicht tauglich sind, und entweder unmittelbar aus dem Organismus entfernt werden, oder zur Erfüllung anderweitiger Endzwecke im Organismus verwandt und dann meistens nach Aussen entleert werden. Sie kommen ferner nicht, wie die Ernährungsflüssigkeit, lediglich dadurch zu Stande, dass ein blosser Durchtritt durch die Gefässhäute bei ihnen stattfindet, es ist dieses nur der erste Vorgang des Prozesses und es treten immer einfachere oder komplizirtere Absonderungsorgane hinzu, durch welche das aus dem Blute ausgetretene Sekret hindurchtritt und dabei weiteren Veränderungen unterliegt.

Bei der allgemeinen Lehre über die Absonderungen haben wir zunächst die Absonderungswerkzeuge, dann die verschiedene Natur der Sekrete, ihrer Beschaffenheit und ihrem Endzwecke nach, die Mechanik der Ausscheidung, die Art und Weise, in welcher sie zu Stande kommen, die Umstände, welche auf den Sekretionsprozess einwirken, und die Ausführung der Sekretionsprodukte zu betrachten.

Von den Absonderungsorganen.

Die Absonderungsorgane sind entweder Membranen, Zellen oder Drüsen. Zu den absondernden Häuten gehören die serösen Häute, die Schleimhäute und die äussere Haut. Was die serösen Häute betrifft, so treten sie unter drei Formen, als Bursae synoviales, als Synovialhäute der Gelenke und als seröse sackförmige Ueberzüge der Eingeweide auf und sezerniren an ihrer freien Oberfläche ein sehr dünnflüssiges, wasserhelles Serum, in den Synovialkapseln die mehr klebrige Synovia; die weiteren Untersuchungen über die Organe der Ausscheidung fehlen. Nach Henle haben die Synovialhäute der Gelenke und der Eingeweide auf ihrer glatten, freien Oberfläche einen Ueberzug von pflasterartigen Epitheliumzellen; in wie weit dieselben aber mit den Ausscheidungen in Verbindung stehen, ist nicht dargethan. Ebenso wenig wissen wir etwas Näheres über die Sekretionsorgane der Schleimhaut. Da die Absonderung des Schleimes auch auf den Schleimhäuten, welche, wie die der Kieferhöhle, Stirnbeinhöhle, Keilbeinhöhle und Trommelhöhle, keine Schleimbälge besitzen, vorkommt, so können diese nicht die alleinigen Organe der Schleimausscheidung sein.

Für die äussere Haut ist der Sekretionsprozess schon ein komplizirterer, und sie ist der Sitz verschiedenartiger Ausscheidungen; theils werden durch sie gasförmige, theils flüssige, theils festere Stoffe ausgeschieden. Die flüssige Ausscheidung, als Schweiss, wird grösstentheils durch besondere zahlreich in der Haut vorhandene Drüsen, die Schweissdrüsen, ausgeschieden; sie stehen besonders reichlich an den Stellen, welche leicht und reichlich schwitzen, wie an der Stirn u. s. w. Man sieht daher auch beim Beginn der Schweissbildung die Flüssigkeit erst in sehr feinen Pünktchen auftreten. Diese

Schweissdrüsen kommen bei dem Menschen und mehreren Säugethieren vor, fehlen aber gänzlich bei den Vögeln. Sie können jedoch die gesammte Wasserausdünstung bei dem Menschen nicht bedingen, und auch wenn die flüssige Ausscheidung auf der Haut durch die Schweissdrüsen nicht stattfindet, muss Wasserdampf durch dieselben sezernirt werden, von welchem man nur annehmen kann, dass er von der gesammten Epidermis aufsteigt. Wir werden bei der Hautausscheidung sehen, dass mit dem Wasser flüchtige und nichtflüchtige Stoffe entleert werden, erstere müssen sich dem Wasserdampfe, letztere dem Schweisse anschliessen. Bei dem Wechsel zwischen flüssiger und flüchtiger Ausscheidung des Wassers ist die Ausscheidung der nichtflüchtigen Stoffe durch die Haut eine mehr zufällige.

Anderseits ist die Haut der Sitz zahlreicher eigenthümlicher, drüsiger Ausscheidungsorgane, welche mit der eigentlichen Hautsekretion in keiner direkten Beziehung stehen und eigenthümliche Zwecke nach Aussen hin erfüllen. Für den Menschen gehören hierher die sogenannten Talgdrüsen, die häufig mit den Haarbälgen in Verbindung stehen und Sekrete liefern, die theils die Theile schlüpfrig erhalten, theils eigenthümliche Gerüche verbreiten, deren nähere Kenntniss jedoch noch sehr mangelhaft ist. In wie weit die Sekretion für die Integrität der Säftemasse nothwendig, ist ganz unbekannt.

Bei den Thieren sind dergleichen Exkrete, mit Ausnahme der Vögel, ebenfalls sehr verbreitet, deren anatomische Kenntnisse mehr erforscht sind, ohne dass jedoch die Rolle, welche sie in der Lebensökonomie der Thiere spielen, bekannt erscheint.

Zu den absondernden Zellen gehören nach J. Müller die Zellen des Eierstockes, die Vesiculae Graafianae, mit einer eiweissstoffhaltigen Flüssigkeit gefüllt; ferner die Zellen des Hodens einiger Fische, wie des Ales, der Pricke u. s. w., bei denen die Hoden keine Samenkanälchen und keinen Ausgang besitzen und der Same durch Zerplatzen der Zelle in die Bauchhöhle gelangt. Am ausgebreitetsten ist die Absonderung durch Zellen im Fettzellgewebe.

Die Drüsen stellen der Form ihrer Theile nach konzentrirt flächige Absonderungsorgane dar, bei welchen durch Flächenvergrösserung Vermehrung der Sekretion erzielt ist. Die

meisten Physiologen sehen jedoch in der Quantität der Ausscheidung nicht das Wesentliche der Drüsensekretionen, halten diese letztern allein für wahre Absonderungen, während sie die Ausscheidungen auf ausgebreitet flächigen Häuten nur für Durchschwitzungen ansehen, d. h. die drüsigen Organe wirken wesentlich auf das Produkt der Absonderung, auf die Beschaffenheit desselben ein, die aus dem Blute zu ihnen austretende Flüssigkeit erleidet in ihnen wesentliche Umstimmungen, während bei den sezernirenden Häuten die Sekrete mehr durchfiltriren. Wir werden auf diese Frage später zurückkommen und wollen hier zunächst die Beschaffenheit der drüsigen Organe, soweit es für den Sekretionsprozess nothwendig erscheint, angeben, müssen uns aber auf das Allgemeine beschränken.

Die Flächenvergrösserung ist bei den Drüsen dadurch erzielt, dass sich die sezernirende Haut mannigfach um- oder ausstülpt. In der einfachsten Form bildet sich ein blosser Blindsack, ein einfacher Follikel. Bei weiterer Ausbildung erhält dieser kleinere Nebengruben, Nebensäckchen oder zottenförmige Hervorragungen, wie sie fast immer bei den Drüsenausstülpungen gefunden werden.

In fortschreitender Entwicklung werden diese Nebengebilde grösser, umfangreicher und zahlreicher, und es geht dann der einfache Follikel in den zusammengesetzten über. Bei der ferneren Oberflächenvergrösserung verlängert sich entweder der Drüsenkanal sehr bedeutend oder es verästelt sich der röhrenförmig gebaute Drüsengang baumförmig. In dem ersten Falle bilden sich röhrenförmige Drüsenkanäle, die sich bei grösserer Ausdehnung knäuelförmig zusammenballen; wo hier möglichst wenig Volumen bei möglichst grosser Absonderungsfläche eingenommen werden soll, wählt die Natur nicht ein grosses, weites Rohr, sondern viele dünne Röhren. Bei den sogenannten röhrigen Drüsen, z. B. den Hoden, den Nieren des Menschen, ist dieser Endzweck mehr oder minder vollständig realisirt. Bei einer minder grossen Oberfläche kommt es nicht zu einer bedeutenden Verkleinerung und Zusammenknäulung der langgezogenen Drüsenröhre, wie bei den Speichelgefässen.

Bei den baumförmigen Verzweigungen setzen sich diese mit fortwährender Verkleinerung der Röhre bis zu deren blinden

Enden fort, und letztere sind entweder zugespitzt, abgerundet oder knopfförmig angeschwollen; hierher gehören die Thränendrüse, die Mundspeicheldrüse, die Bauchspeicheldrüse u. s. w. Sowohl bei den röhrigen als bei diesen sogenannten massigen Drüsen können ein oder mehrere Ausführungsgänge existiren, wenngleich naturgemäss bei den massigen Drüsen nur ein Ausführungsgang vorhanden sein sollte. Indessen werden durch Zusammentreten mehrerer Drüsen und durch Spaltungen des Ausführungsganges Differenzen erzeugt.

Da bei den massigen Drüsen die Drüsengänge mit fernerer Verästelung um so mehr an Zahl zunehmen, je mehr sich ihre Grösse verringert, während bei den drüsigen Röhren der Unterschied der Weite des Anfangs- und Endrohres unbedeutender ist, so muss bei ihnen, unter Voraussetzung eines bestimmten Totalvolumens der Drüse, die Oberflächenvergrösserung nach den Enden hin mehr als bei den röhrigen Drüsen zunehmen.

In einzelnen Drüsen, wie in den Samenkanälchen, den Harnkanälchen, den Gallenkanälchen des Menschen, verbinden sich benachbarte Drüsenröhren durch Queranastomosen mit einander.

Wichtiger für die spezifische Thätigkeit der Drüsen erscheint die genaue Untersuchung ihres Gewebes im Verhältniss zur Sekretion, welche wir hier nur kurz nach Valentin in seiner Abhandlung über die Absonderung (Wagners *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. 1) angeben. In jedem Drüsenschlauche unterscheidet man eine innere, mittlere und eine äussere Formation. Die innere Formation, membrana intima, gehört zu den Zellengebilden. In den Enden der Drüsengänge findet man eine Zellenformation, die entweder aus schon vollständig gebildeten Zellen oder aus flächenartig gelagerten Kugelkernen, zwischen denen sich eine helle Masse befindet, besteht. Der Höhe nach existirt eine einfache oder eine mehrfache Schicht. Je näher dem Hauptausführungsgange, um so ausgebildeter erscheint die oberflächlichste, sich bei der Flächenausbreitung des durchschnittenen Drüsenganges dem unmittelbaren Anblick darstellende Zellenschicht, so dass hier zuletzt glatte Blättchen oder in ihrer Ausbildung vorgerückte Zylinder beobachtet werden. Zugleich vergrössert sich auch die Zahl der übereinander gelegten Schichten. Je oberflächlicher dann eine

Lage ist, um so mehr sind auch im Allgemeinen ihre Zellenformationen in der Ausbildung vorgeschritten. Die jüngsten Bildungen liegen daher am tiefsten, d. h. in der Nähe der mittleren Formation; die Zellen haben meist Kernbildungen und oft einen Inhalt, der vielleicht mit dem Sekrete in Beziehung seht.

Die mittlere Formation, Membrana media s. fibrosa, besteht aus verwebten Fasern, theils Kreis-, theils Längsfasern, von verschiedener Kontraktilität. Die äussere Formation, Membrana externa, umfasst die sich nach Aussen ansetzenden zellgewebigen Theile nebst den durch sie verlaufenden Blutgefäss- und Nervenparthien. Die Blutgefässe umstricken die Sekretionskanälchen mit ihren Kapillarnetzen. Im Allgemeinen verlaufen die grösseren arteriellen und venösen Stämme, so wie auch die grossen Nervenstämme, dem Hauptausführungsgange, den sekundären und tertiären Drüsengängen u. s. w. homolog, stehen oft durch Anastomosen in Verbindung und senden kleine Zweige nach Innen, damit diese sich für die Substanz dieser grösseren Drüsengänge selbst in Kapillaren auflösen. Weiterhin scheinen sie sich oft weniger an die Drüsengänge zu halten, was darin begründet, dass sich häufige Verbindungen zwischen den einzelnen untergeordneten Blutgefässen der einzelnen Systeme der Drüsenkanäle darstellen. Je dünner daher ein Drüsengang, um so mehr wird er von den Kapillaren umsponnen, welche Netze, mitunter aber auch, wie in der Leber, Strahlen darstellen; nur selten finden sich an den Arterien Nebenbildungen, wie die Malphighi'schen Körnchen in den Nieren und den Wolffschen Körpern.

Unter allen Verhältnissen aber bleiben die Höhlungen der Drüsenkanäle von den Blutgefässen ganz abgeschlossen, zwischen beiden findet keine direkte Kommunikation statt und die entgegengesetzte Ansicht von Ruysch, nach welcher die Elemente der Drüsen aus Blutgefässen bestehen sollen, ist als ganz irrthümlich anzusehen.

Man nimmt an, dass im Allgemeinen die Mutterflüssigkeit der Sekrete aus den Arterien trete. Hiergegen könnte die Gallenabsonderung angeführt werden, die vorzugsweise aus dem Pfortaderblut erfolgen soll. Es findet jedoch in den Kapillaren der Leber eine Anastomose von feinsten Zweigen der Pfortader und der Leberarterie statt, und es

existirt hier, wie J. Müller und R. Wagner bei Wassersalamanderlarven beobachtet haben, ein pulsatorischer Kreislauf in den Kapillaren.

Von dem Wesen des Absonderungsprozesses.

Die Untersuchungen über die ersten Ursachen des Sekretionsprozesses, über die Art und Weise, wie die verschiedenen Sekrete zu Stande kommen, umfassen eine grosse Anzahl von Thatsachen, von denen wir die wichtigeren hervorzuheben haben.

Die erste Ursache besteht in der Eigenschaft thierischer Gewebe, Flüssigkeiten durchdringen zu lassen, wie dieses schon bei der Resorption dargethan. Die Eigenschaft der Exosmose und Endosmose, deren Gesetze erst in neuerer Zeit näher erforscht sind, und die sich je nach den Membranen und den mit ihnen in Berührung gebrachten Flüssigkeiten eigenthümlich gestalten, muss als zureichende Kraft für das Zustandekommen der Sekretionen angesehen werden. Mechanische Erklärungen, wie die Kraft des Herzens oder die Bewegung der Theile, oder elektrische Einwirkung, wie Wollaston annimmt, können hier nicht als genügend angesehen werden.

Eine zweite Frage ist nun, wie durch diesen exosmotischen Prozess die verschiedenartigen Sekrete zu Stande kommen, bewirkt er allein diese Verschiedenartigkeit, ist die erste aus dem Blute durch ihn austretende Flüssigkeit schon von der eigenthümlichen Beschaffenheit des Sekretes, oder wird diese erst durch die weitere Einwirkung des Sekretionsorganes auf jene Mutterflüssigkeit erzeugt, oder endlich hat die Blutflüssigkeit, aus welcher das Sekret entnommen wird, je nach der Stelle, an welcher sich das Sekretionsorgan befindet, einen wesentlichen Einfluss.

Aus den Forschungen der Physiologen in diesen Beziehungen ergibt sich, dass keines dieser Verhältnisse allein zur Erklärung des Sekretionsprozesses ausreicht, dass dieser in sich selbst zu grosse Verschiedenheit besitzt, um aus einem derselben ausschliesslich hervorzugehen, dass vielmehr das eigenthümliche Zusammenwirken dieser drei Momente die Natur des Sekretes bestimmt.

Am wenigsten muss man geneigt sein, Differenzen in der den verschiedenen Sekretionsorganen zugeführten Blutmasse als das bestimmende Moment des Sekretes anzunehmen. Im Allgemeinen wird den Sekretionsorganen als Mutterflüssigkeit arterielles Blut zugeführt; es ist in keiner Weise dargethan, dass dieses an besonderen Stellen eine eigenthümliche Beschaffenheit besitze, auch daher alle Annahmen nicht erwiesen sind, welche chemische oder physikalische Differenzen in den Blutgefässen als bedingende Momente für die Verschiedenheit in den Absonderungen aufstellen. Nur für die Leber scheint ein eigenthümliches Blut durch Vermischung des Leberarterienblutes mit dem Pfortaderblute sich zu bilden und die Gallensekretion zu bedingen. Es ist indessen keinesweges die Möglichkeit zurückgewiesen, dass einzelne Verhältnisse des Blutsystems, so die Schnelligkeit des Blutkreislaufes, die Dicke der Wandungen der Blutgefässe in einem bestimmten Theile, Einfluss ausüben, wie dieses bei den endosmotischen und exosmotischen Prozessen angegeben ist, ebenso die Entfernung vom Herzen, indem, wie schon bei der Ernährung erwähnt, die einzelnen Bestandtheile eine verschiedene Durchtrittsgeschwindigkeit besitzen und in dem Blute selbst verändert werden.

Betrachten wir so die Blutmasse als eine für alle Sekretionsorgane mehr gleichmässige Flüssigkeit, aus der diese die Mutterflüssigkeit für die Sekretion entnehmen, so erkennen wir zwar den wesentlichen Einfluss der Sekretionsorgane auf die Natur des Sekretes an, es ist aber damit die erste Bildung der Sekretionsstoffe noch nicht nothwendig in den Sekretionsorganen dargethan; es entsteht vielmehr die Frage, ob diese nicht vielmehr im Blute vorhanden und durch die Sekretionsorgane nur ausgezogen werden, wo alsdann dieses letztere nur die einzelnen Stoffe in Folge seiner spezifischen Natur auswählt.

Durch chemische Untersuchungen lässt sich diese Frage allein nicht entscheiden. Das Nichtauffinden der eigenthümlichen Spezialstoffe der Sekrete im Blute beweist deren Abwesenheit nicht; denn ihre Menge braucht nur so unbedeutend zu sein, dass sie den chemischen Reagentien ganz entgehen, wenn auch die Menge des Sekretes bedeutend ist. Die Menge eines Sekretes, welches innerhalb 24 Stunden geliefert wird, wird durch circa 720 Blutkreisläufe erzeugt, so dass bei der

Blutuntersuchung nur dieser Theil des Sekretes sich darstellen liesse. Anderweitige Forschungen, um hier rein auf dem Gebiete der Beobachtung zu unterscheiden, müssen auf die Thätigkeit der Sekretionsorgane fussen, haben aber auch hier keine bestimmte Basis gewährt. Die Annahme Chevreuls, dass alle Absonderungen schon im Blute vorhanden sind und ohne Umwandlung erfolgen, ist jedoch von den meisten Physiologen nicht getheilt worden. Vielmehr unterscheidet man wesentlich zwei Arten von Sekretionen, je nachdem die eigenthümlichen Spezialstoffe schon im Blute vorhanden sind oder sich erst durch den Sekretionsprozess selbst bilden. Die ersteren stellen die Exkretionen dar, zu ihnen gehören die Haut- und Nierenabsonderung, die letzteren stellen die eigentlichen Sekretionen dar, bei ihnen werden die Sekrete durch spezifische Umwandlung der Mutterflüssigkeit gebildet und bestehen aus Stoffen, welche im Blute nicht als existirend angenommen werden; zu ihnen gehören sämmtliche übrigen Ausscheidungen.

Diese Unterscheidung der Exkretion und Sekretion, welche früher sehr streng aufgefasst wurde, indem man bei ersterer nur eine Durchschwitzung der eigenthümlichen Spezialstoffe annahm, darf jedoch für den Absonderungsprozess selbst nicht so absolut different aufgefasst werden. Wenn auch durch die Exkretion Stoffe, die bereits im Blute vorhanden und lediglich zur Ausscheidung bestimmt sind, entfernt werden, während bei der Sekretion wesentlich neue Stoffe gebildet werden, die wiederum einen besonderen Zweck zu erfüllen haben, so darf man dennoch die Exkretionsorgane nicht als blosse Filtrirapparate ansehen. So lässt es sich nach Valentin, freilich aus sehr unvollständigen Daten, wahrscheinlich machen, dass selbst Stoffe, welche schon im Blute vorgebildet existiren, noch in grösserer Menge durch das entsprechende Drüsengewebe erzeugt werden, und führt er den Harnstoff als Beleg an. Nach Exstirpation der Nieren fanden Prévost und Dumas im Blute des Hundes 0,83 % und in dem der Katze 1,04 % Harnstoff, nachdem diese Thiere 2 Tage nach der Operation gehungert hatten. Offenbar ist diese Menge zu gering, um als Aequivalent für den innerhalb zweier Tage sezernirten Harnstoff zu dienen.

Wenn so unter allen Verhältnissen die Thätigkeit des ausscheidenden oder absondernden Organes von entschiedenem

Einflusse auf den ganzen Prozess erscheinen muss, so hat man dennoch in der eigenthümlichen Beschaffenheit desselben keine genügende Erklärung für die Eigenthümlichkeiten der Absonderungen finden können. J. Müller hat dargethan, dass jedes Sekret in der Thierwelt bei dem verschiedensten Bau der Drüsen abgesondert wird, und dass bei gleichem Bau der Drüsen die verschiedenartigsten Absonderungen stattfinden.

Mag man daher auch annehmen, dass die Blutflüssigkeit, welche zu den Absonderungsorganen tritt, im Allgemeinen oder bei einzelnen Sekreten einen mehr oder weniger in Anschlag zu bringenden Einfluss ausübt, dass ferner das Sekretionsorgan schon eine eigenthümliche Mutterflüssigkeit für die Sekrete anzieht, immer muss das Endsekret durch die spezifische Thätigkeit der Sekretionsfläche erzeugt werden, und da für diese keine spezifischen Formen aufgefunden sind, so muss auch hier, wie bei der Ernährung, die Natur der Absonderung von der eigenthümlichen spezifisch belebten organischen Substanz, welche die inneren absondernden Kanäle der Drüsen oder die anderweitigen Sekretionsorgane bildet, abhängen.

Die neueren genaueren Untersuchungen der Gewebe haben diese spezifischen Kräfte der Sekretionsorgane auf die Thätigkeit der Zellen zu gründen versucht, und Bergmann und Leukart sind geneigt, die Abscheidungen in solche einzutheilen, welche gebildet werden, ohne dass der Lebensprozess besonderer Zellen eine wesentliche Rolle spielte, und in solche, welche in ihrer Bildung wesentlich auf dem Leben und der Metamorphose gewisser Zellen beruhen, und sind der Ansicht, dass die ersteren mit den Exkretionen, die letzteren mit den eigentlichen Sekretionen zusammenfallen. Bei der nicht hinreichenden Kenntniss über die Ausdehnung der Zellenthätigkeit in der Reihe der einzelnen Abscheidungen dürfte jedoch eine solche Eintheilung mehr hypothetisch erscheinen.

Was die Lehre von der Zellenthätigkeit der drüsigen Organe betrifft, so haben sich besonders Schwann, Pappenheim und Henle mit derselben beschäftigt. Valentin stellt deren Forschungen mit seinen eigenen (Wagners *Handwörterbuch*, Bd. 1, Art. *Absonderung*) in Folgendem zusammen.

Es ist wahrscheinlich, dass in den Zellenkernen, welche innerhalb der Membrana media in den blinden Enden der Drüse als Membrana intima vorhanden sind, ein fortwährender

Bildungsprozess stattfinde. Es kann hierbei 1) durch einfache Durchschwitzung die Ernährungsflüssigkeit durch die Wandungen der Drüsenkanäle treten und als Cytoblastem für neue Kern- und Zellenbildungen fungiren. Der Ueberrest läuft alsdann als Sekret ab. Die alten und verbrauchten Zellen und Zellenkerne gehen demselben Schicksale, wie die anderen Parthien organischer Theile entgegen, sie werden in den flüssigen Zustand umgesetzt und weggeführt. Nach dieser Ansicht wäre die Sekretmasse das Residuum der Ernährungsflüssigkeit, nachdem diese nach allgemeineren, nicht blos für die Drüsen giltigen Gesetzen die zur Erhaltung nothwendige Restitution übernommen. 2) Die Ernährungsflüssigkeit bilde auf die eben angegebene Weise die Zellenkerne oder Zellen in den Drüsengängen. Das Residuum derselben gelange einerseits in die Höhlungen der Drüsenkanäle und anderseits in die die Drüsensubstanz durchtränkende Ernährungsflüssigkeit. Die mit dieser sich vermischende Portion erleide die Veränderungen der letzteren. Mit dem in den Höhlungen der Drüsenkanäle befindlichen Antheile vermischen sich die durch Auflösung oder andere Veränderung der aufgelösten Zellen sich bildenden Substanzen, um die Elemente der hier entstehenden Absonderungsprodukte abzugeben. Eine grössere Menge von Wasser oder sehr verdünnten organischen Lösungen kommt dann schon durch einfache Transsudation hinzu, weil wegen der Höhlungen der Drüsen der Austrittswiderstand nach dieser Seite hin am geringsten ist.

Es lassen sich aber die Zellenveränderungen, welche so die Bildung des Sekretes bedingen, auf sehr verschiedene Art denken. *a*) Es können sich Kerne ablagern, während das Cytoblastem nie aus den Kernen in das Sekret übergeht. *b*) Das Gleiche findet nach der vollständigen Bildung von Zellen statt. *c*) Die früher soliden Kerne verflüssigen sich erst im Innern und dann gänzlich; als Mittelstufe erscheint ihr sogenanntes Hohlwerden. *d*) Es bildet sich im Laufe ihrer vorschreitenden Entwicklung ein Zelleninhalt, welcher gewisse eigenthümliche Sekretionsstoffe enthält. Der Austritt derselben geschieht durch Durchschwitzung, oder Platzen der Zellen, oder durch Auflösen der Zellenwände. *e*) Es geht eine Bildung nach dem Typus der Entstehung von Zellen in Zellen vor sich. Die Ernährungsflüssigkeit liefert hier wie überall das Material,

während die weiteren Veränderungen nach Spezialkräften, deren Ursachen noch unbekannt sind, eintreten. Sobald die junge Zelle einen gewissen Entwicklungsgrad erreicht hat, geht die Mutterzelle, d. h. die ursprüngliche Zellenwandung, mit dem primären Zelleninhalte verloren und liefert seinen Antheil an dem Absonderungsprodukte. Henle, welchem Bischoff beistimmt, hat diese Vorstellung am weitesten ausgedehnt. Er stützt sich hierbei auf die geschlossenen Bälge in den Peyerschen Drüsen, auf die von Wasmann an der Magenschleimhaut des Schweines beobachteten Gebilde und auf die geschlossenen Cysten, welche überhaupt so häufig an Schleimhäuten wahrgenommen werden. Ihre umgebende Haut ist vollkommen strukturlos. Innerhalb derselben finden sich dann Körperchen, wie sie in den Drüsenacinis und an den Schleimhäuten, die scheinbar keine einzelnen Schleimdrüsen besitzen, vorkommen. Eine Entleerung ihres Inhaltes ist aber nur durch Auflösung oder durch Bersten der Zellenmembran möglich. Nach dem durch die Entwicklungsgeschichte nachgewiesenen Gesetze der isolirten Entstehung, bildet sich ein Drüsenköpfchen nicht durch unmittelbare Ausstülpung des Drüsenganges, sondern während dieser sein selbständiges Lumen hat, erhält die Mutterzelle des Drüsenköpfchens ihre ebenfalls selbständige Höhlung, indem ihre junge, an den Wandungen befindliche Kernbrut als die Körner der Membrana intima erscheint. Später inoskuliren beide Höhlungen sekundär in einander. Den analogen Prozess kann man sich in dem Erwachsenen perpetuell denken. Die neugebildete Mutterzelle tritt mit dem Drüsengange in Verbindung, so dass eine Weiterbeförderung und Ausleerung möglich wird. Nach Valentin sprechen jedoch die bekannten Thatsachen nicht für eine solche Ausdehnung der Hypothese. Bei den Schleimhäuten schon müsste das einfache Platzen der Mutterzelle die Stelle eines Ausführungsganges ersetzen, was nur denkbar wäre, wenn der primäre geschlossene Balg in der Epitheliallage sich befände. Sonst müsste kein einfaches Platzen, sondern die Formation eines kürzeren oder längeren Ausführungsganges stattfinden. Bei den massigen Drüsen müsste eine sehr ausgedehnte fortwährende Regeneration von blinden Drüsenenden vorhanden sein. Ihnen fiele besonders die Bildung des Sekretes zu, während die fertigen Kolben der Drüsengänge gar keine oder

nur eine Nebenrolle spielten, wofür sich nach Valentin keine unterstützenden Belege anführen lassen.

Von der Ausscheidung der Sekrete.

Wenn die Sekrete in den Höhlungen der Drüsenkanäle sich befinden, so werden sie durch immer neu sich bildende Sekrete, wozu auch wohl noch der Druck von Seiten der Nachbargebilde hinzutritt, vorgeschoben und den Ausführungsöffnungen zugeführt. Es kann jedoch hierdurch die Entfernung des Sekretes nicht gesichert werden, vielmehr treten zu diesem Endzwecke in den Hauptausführungsgängen der Drüsen muskulöse Gewebe, welche die Schleimhaut umgeben, hinzu, und die Ausführungsgänge, wie der Gallengang, die Harnleiter, der Samenkanal, zeigen gegen Reize ein Zusammenziehungsvermögen und bewegen sich wurmförmig mit vieler Lebhaftigkeit. Diese wurmförmigen Bewegungen scheinen nach J. Müller periodisch aufzutreten, wenigstens beobachtete er dieses bei dem Ductus choledochus der Vögel. Nach Valentin setzen sich diese kontraktilen Gewebe auch in die Drüsengänge fort und unterstützen schon hier das Vorschreiten der Sekrete.

Während dieses Durchtretens der Sekrete durch die Drüsen, denen oft noch besondere Behälter zur Aufbewahrung beigegeben sind, können dieselben noch weitere Veränderungen erleiden. Vorzüglich beziehen sich diese Veränderungen auf den Konzentrationsgrad, indem dieser bei längerem Aufenthalt bedeutender wird. Es scheinen aber auch weitere chemische Veränderungen stattfinden zu können; so gehen fettige Absonderungen in Elain- und Stearinkörper über, der Schleim verhärtet sich und in dem Samen geht der Faserstoff in selbständige Organisationen über.

Einfluss des Nervensystemes auf die Sekretionen.

Der Einfluss, der von dem Nervensysteme aus auf die Sekretionen ausgeübt wird, zeigt sich in vielfachen Erscheinungen, bei denen die Sekrete sowohl quantitativ als qualitativ geändert werden; wir erinnern hier an die vermehrte Thränenabsonderung bei traurigen oder freudigen Gemüths-

bewegungen, an das Zusammenlaufen des Speichels im Munde bei dem Anblicke oder der Vorstellung angenehmer Speisen, an den bei Nervenaffektionen auftretenden blassen Urin, an die Abhängigkeit der Milchabsonderung von psychischen Erregungen, an die vermehrte Samensekretion bei wollüstigen Vorstellungen u. s. w.

So hervortretend aber auch diese Thatsachen sind, so ist dennoch unsere wissenschaftliche Kenntniss über die Abhängigkeit der Sekretionen von dem Nervensysteme durchaus mangelhaft. Frühere Beobachter haben vielfach angegeben, dass Durchschneidung der Nerven das Aufhören der Absonderung herbeiführe, so sollte nach Durchschneidung der Nervi vagi keine Bildung von Magensaft mehr stattfinden; nach Krimer soll die Harnsekretion nach der Durchschneidung der Nierennerven, des Rückenmarks in der Rücken- und Lendengegend oder des sympathischen Nerven am Halse sich verschieden gestalten, indem im ersten Falle sich der Eiweiss- und Blutfarbestoff im Urin vermehren, der Harnstoff abnehmen, im zweiten Falle der Urin wasserhell, im dritten Falle derselbe alkalisch und eiweisshaltig werden soll; es sind jedoch diese Versuche in neuerer Zeit nicht bestätigt worden, und nach Valentin sprechen Theorie und Erfahrung entschieden dagegen, dass irgend eine Absonderung des menschlichen Körpers durch den Einfluss des Nervensystemes in so hohem Grade bedingt werde, dass Aufhören der Nerventhätigkeit auch das Aufhören der Absonderung zur Folge hätte.

Ebenso muss die frühere Annahme, dass die grauen, den sympathischen Nerven eigenen sogenannten organischen Primitivfasern bei der Absonderung allein thätig seien, zurückgewiesen werden, und es müssen die Cerebrospinalfasern hier wie überall als den Nerveneinfluss erzeugend angesehen werden. Nach J. Müller scheinen sowohl die Cerebrospinalnerven als die sympathischen Nerven zur Regulation der Absonderung fähig zu sein.

In welcher Art nun die Modifikationen der Absonderung durch das Nervensystem erzeugt werden, darüber lassen sich nur Vermuthungen aufstellen. Durch das Nervensystem können die Gewebe, welche an dem Sekretionsprozess Antheil nehmen, in Bezug auf die Richtung ihrer Fasern zu einander so verändert werden, dass die exosmotischen und endosmotischen

Strömungen durch dieselben modifizirt werden, oder es treten in der Ausführung der Sekrete Modifikationen ein, und zwar Kontraktionen oder Relaxationen, so dass ein stärkerer oder schwächerer Ausfluss des Sekretes und dem entsprechende Steigerung oder Verminderung der Sekretion selbst auftritt. Es kann aber auch das Nervensystem direkt auf den Chemismus der Sekrete einwirken, indem hier gleichsam Strömungen des Nervenfluidums nach Analogie der Elekrizität einwirken, eine freilich empirisch durch Nichts nachgewiesene Annahme.

Die Veränderungen, welche die Sekrete unter pathologischen Verhältnissen durch verschiedenartige Reize, durch Darreichung gewisser Medikamente erleiden, das antagonistische Verhältniss, in welchem dieselben gegen einander stehen, liefern zwar ein reiches Feld interessanter und lehrreicher ärztlicher Beobachtungen, sie sind jedoch physiologisch nicht hinreichend erläutert, um sie nach physiologischen Gesetzen zu erklären. J. Müller hat zwar versucht für den Antagonismus solche Gesetze aufzustellen, es müssen dieselben jedoch als nicht feststehend angesehen werden.

Was die einzelnen Sekretionen betrifft, so ist die chemische Beschaffenheit der Sekrete bereits in dem *Handbuche der physiologischen und pathologischen Chemie* dargelegt, so wie auch bei den einzelnen Abtheilungen dieses Werkes die physiologische Bedeutsamkeit der Mehrzahl der Sekrete bei der Lehre derjenigen Funktionen, bei denen sie konkurriren, angegeben ist. Wir werden daher in dem Folgenden bei der speziellen Lehre von den Sekretionen nur die Haut- und Harnsekretion in so weit zu geben haben, als es zur Vervollständigung des an den genannten Stellen Gesagten nothwendig erscheint.

Von der Hautabsonderung.

Auf der Haut findet eine zwiefache Absonderung statt, die der fettigen Hautschmiere und die der wässerigen Hautausdünstung.

Die fettige Hautabsonderung, das Sebum cutaneum, wird durch die Talgdrüsen, glandulae sebaceae, geliefert. Es sind dieses traubenförmig aggregirte Drüsen, aus länglich-rundlichen, birn- oder flaschenförmigen Acini bestehend,

von $1/_{25}$ bis $1/_7$''' Breite und etwas beträchtlicherer Länge. Die grösseren Drüsen bestehen aus 4 bis 20 solcher Acini, welche um einen $1/_5$ bis $1/_4$''' langen und $1/_{16}$''' weiten, zuweilen ästigen Ausführungsgang gelagert sind. Sie liegen immer im fettlosen Hautgewebe und ragen niemals in den Panniculus adiposus hinein. Sie sind meistens, jedoch nicht immer mit den Haarbälgen verbunden, zeigen sich an den verschiedenen Hautstellen in verschiedener Entwicklung, namentlich sind die Ohrenschmalzdrüsen und die Meibomischen Drüsen stark entwickelt und liefern verschiedenartige Sekrete. Am reichlichsten sezerniren die Drüsen der Augenlider, des äusseren Gehörganges, der Nasengegend, der Achselhöhle, der Leistenbuge, der Geschlechtswerkzeuge und der Zwischenräume der Zehen, und haben die Sekrete hier eigenthümliche Beschaffenheiten. Die Mitesser sollen nach G. Simon mit Hautschmiere angefüllte, krankhaft veränderte Haarbälge sein; nach Krause sind sie jedoch nur erweiterte und auch der Länge nach etwas ausgedehnte Ausführungsgänge der Talgdrüsen, angefüllt mit Hautschmiere von etwas dickerer Konsistenz.

Ueber die chemische Beschaffenheit der Hautschmiere siehe *Handbuch der Chemie*, S. 614.

Der Nutzen der Hautschmiere besteht nach Krause zunächst darin, dass sie den Haaren einen fettigen Ueberzug liefert, sich ferner über die Epidermis verbreitet und die hygroskopische Beschaffenheit dieser Theile, die sie nach der Befreiung von diesem fettigen Ueberzuge in ziemlich hohem Grade besitzen, beträchtlich verringert, und so die zu starke Durchfeuchtung dieser Organe und die zu starke Verdunstung durch dieselben verhindert. Die Verschiedenheit der Sekrete der Talgdrüsen an den einzelnen Körperstellen des Menschen, und ebenso die Mannigfaltigkeit derselben in der Thierwelt zeigen jedoch, dass der Zweck derselben ein viel ausgedehnterer ist.

Die wässerige Hautausdünstung ist von ungleich grösserer Wichtigkeit für den Stoffwandel des Organismus und stellt die Exkretion von Stoffen dar, deren Ausscheidung für den Organismus nothwendig ist, daher die Unterdrückung derselben mehr oder weniger bedeutende Nachtheile herbeiführt.

Die chemische Beschaffenheit der Hautausdünstung ist schon in dem *Handbuche der Chemie*, S. 615 u. s. w. angegeben.

Wassergas, Kohlsäuregas und Stickstoff sind die wesentlichen Bestandtheile; ausserdem enthält sie extraktive Materie, Fett, Säure, Salze und riechende Effluvien.

Es erscheint die Hautausdünstung unter zwei Formen, als dunstförmige unsichtbare Hautausdünstung, Perspiratio insensibilis, und als tropfbar-flüssige unter der Form des Schweisses. Sehen wir von den älteren Ansichten über die Art der Entstehung der Hautausdünstung, durch offene Gefässenden u. s. w., ab, welche Annahme die neuere Zeit vollständig widerlegt hat, so war man auch nach der Entdeckung der Schweissdrüsen darüber uneins, ob diese allein die Hautausdünstung liefern oder ob auch der übrige Theil der Hautoberfläche, die Epidermis, hinzutrete. Die zur Entscheidung dieser Frage angestellten Untersuchungen, welche Krause in Wagners *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. II, Art. *Haut*, darlegt, haben nun gelehrt, dass die Schweissdrüsen schon den Raumverhältnissen ihrer Ausführungsflächen nach nicht im Stande sind, die ganze Masse der Hautausdünstung zu liefern, und dass anderseits die Epidermis zwar tropfbar-flüssige Körper nicht durchlasse, wohl aber Wasserdunst und andere bei niedriger Temperatur stark verdunstende Flüssigkeiten dieselbe leicht durchdringen. Krause gibt als Resultat der Versuche an, dass während des Lebens bei den niedrigsten und mittleren Graden der Hautausdünstung die Evaporation des Sekretes der Schweissdrüsen aus den Mündungen der letzteren nur einen geringen Theil des Hautdunstes, ein Achtel bis zwei Neuntheil liefert, dagegen eine grössere Quantität desselben unmittelbar aus dem unter der Epidermis in der freien Lederhautoberfläche zirkulirenden Blute, die Wände der Kapillargefässe durchdringend, sich abscheidet, ohne zuvor in einem drüsigen Organe sezernirt zu werden.

Diese abgeschiedene Flüssigkeit kann zum Theil schon in Dunstgestalt die Epidermis durchdringen, zum Theil aber auf folgende Weise in die Atmosphäre gelangen. In Folge der hygroskopischen Eigenschaft der Oberhaut, auch ihrer Hornschicht, imbibirt sie jene Flüssigkeit, wird von ihr durchtränkt, jedoch nur in einem gewissen Grade, indem sie an ihrer inneren Fläche eine geringe Menge Flüssigkeit aufnimmt, diese aber festhält und nicht im tropfbaren Zustande auf die äussere Fläche abgibt, wodurch sie sich von anderen dünnen thierischen

Häuten wesentlich unterscheidet. Indem nun an der freien Oberfläche der Hornschicht ihr Wassergehalt auf eine physikalische Weise evaporirt und sie dadurch trockner und zu neuer Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Tiefe her befähigt wird, findet die in der tiefen Epidermisschicht verbreitete Flüssigkeit, soweit sie der Verdunstung fähig und nicht zu neuen Bildungen verwandt wird, ihren Ausweg in die Atmosphäre. Direkte Evaporationsversuche mit der Cutis haben gezeigt, dass dieser Vorgang vollkommen im Stande ist, einen so bedeutenden Theil der Hautausdünstung zu liefern.

Dieser sogenannte Dunstschweiss behält seine gasförmige Gestalt und geht nicht im tropfbar-flüssigen Zustande auf der Haut über, wenn nicht solche Einflüsse einwirken, welche schon auf dieser, nach allgemeinen physikalischen Gesetzen, diese Umwandlung bewirken. Der Schweiss auf der Haut ist daher im Allgemeinen lediglich als das Sekret der Schweissdrüsen anzusehen, das sich auch in diesen nur unter bestimmten Verhältnissen bildet, bei denen die Hautthätigkeit im Allgemeinen gesteigert und das Blut mehr Flüssigkeit ausscheidet, als gleichzeitig verdunsten kann; denn auch ihr Sekret geht grösstentheils in Dunstform ab. Ueber die Art und Weise, in welcher die Schweissdrüsen ihre sekretive Thätigkeit ausführen, besitzen wir keine bestimmten Untersuchungen.

Die Hautsekretion eliminirt wesentlich Stoffe aus dem Blute, welche zur Ausscheidung daraus bestimmt sind, sie gehört deswegen zu den Exkretionen; ihre spezifische Kraft auf die Ausführung dieser Stoffe vermögen wir hier so wenig, wie bei den übrigen Sekretionen zu erklären. Durch Haut und Lungen werden die dunstförmigen Ausscheidungen vermittelt, und zwar werden bei einem Erwachsenen durch die Haut an Wasser beinah 31 Unzen, an extraktiven Materien, Fett, freien Säuren, milch- und essigsauren Salzen und Salmiak 2½ Drachme, an Salzen und Erden nahe an 50 Gran innerhalb 24 Stunden entfernt. Durch den Hautdunst wird der grössere Theil jener Wassermenge, Kohlensäure, Stickstoffgas, Essigsäure und Buttersäure ausgeschieden; der Drüsenschweiss entfernt eine geringe Menge der genannten Bestandtheile, welche als Schweissdunst sich verflüchtigen, ausserdem die Milchsäure, die Salze, die Extrakte, das Fett, welche auf der Epidermis sich

ansammeln. Die riechenden Effluvien sind wahrscheinlich an den Hautdunst gebunden.

Modifikationen in der Hautsekretion werden nothwendig durch physikalische Veränderungen der umgebenden Atmosphäre, je nachdem diese den Verdunstungsprozess vermehren oder vermindern, oder auf den Kontraktionsgrad der thierischen Gewebe einwirken, erzeugt; hierher gehören die Folgen der Temperaturverschiedenheiten, der Trockenheit oder Feuchtigkeit der Atmosphäre, der schnelleren oder langsameren Beweglichkeit der umgebenden Luftschichten, die Verschiedenheit des Luftdruckes u. s. w. Wichtiger sind jedoch die Veränderungen, welche durch Modifikationen in der lebendigen Thätigkeit des Organismus hervorgerufen werden. Alles was die Blutzirkulation nach der Haut hin steigert, auf das peripherische Nervensystem reizend oder deprimirend einwirkt, modifizirt die Hautausdünstung, ebenso geschieht dieses durch Veränderungen der Blutmischung selbst; das antagonistische Verhältniss, in welchem die Haut mit den übrigen Ausscheidungen steht, namentlich mit denen der Nieren, der Lungen und des Darmes, spricht sich in Veränderungen der Hautausdünstung deutlich aus; vielfache Mittel zeigen eine spezifische Einwirkung auf die Hautthätigkeit. Alle diese Umstände weisen nach, dass die Hautsekretion nicht blos als ein Verdunstungsprozess, vielmehr als ein Sekretionsprozess, unter dem Einflusse der lebendigen Funktionen des Organismus stehend, anzusehen ist. Die hier vorhandene Wechselwirkung ist jedoch physiologisch noch wenig erklärt, und die hierher gehörenden Thatsachen bilden daher noch immer ein mehr für die pathologischen Beobachtungen wichtiges Feld.

Die Hautausscheidung vollführt einen doppelten Endzweck. Einmal bewirkt dieselbe eine Abkühlung, indem jede Verdunstung mit Wärmebindung verbunden ist. Schon bei dem Austreten des Hautsekretes aus dem Blute geht Wärme verloren, in noch höherem Grade aber bei der Evaporation desselben auf der Haut. Man soll nach Krause annehmen, dass die Temperatur der Oberfläche der Haut eines Erwachsenen durch eine Verdunstung von im Mittel 10,465 Gran in der Minute, bis zu einer Tiefe von $\frac{1}{10}'''$ und wenigstens 1^0 C. binnen der genannten Zeit sich erniedrige. Wenn nun gleich

diese Abkühlung verhältnissmässig gering ist, so wird sie doch nicht ganz übersehen werden können.

Der zweite und gewiss wichtigere Endzweck besteht in der Ausscheidung von Stoffen aus der Blutmasse, die so weit sie durch die Untersuchung aufgefunden worden, bereits angegeben sind. Wir erkennen die Nothwendigkeit dieser Ausscheidungen, deren Bestandtheile wir in dem Harn und den Respirationssekreten gleichfalls finden, vorzüglich darin, dass sie im Allgemeinen die Endresultate des Stoffwechsels darstellen, und müssen in dieser Beziehung vorzüglich die Folgen der Suppression derselben beurtheilen. Krause neigt sich zu der Annahme hin, dass bei Suppressionen der Hautausdünstung die Zurückhaltung der bekannten Stoffe derselben die Folgen der Suppression nicht zu erklären im Stande sind, und glaubt, dass Bestandtheile, welche wir nicht näher kennen, gerade von der grössten Bedeutung sind, er legt aber seiner Berechnung die Quantität von Stoffen, welche, bei einer Unterdrückung der Hautausdünstung von einer Stunde, zurückgehalten werden, zum Grunde. Es kann jedoch dieses nicht zulässig erscheinen, wir müssen die Hautausdünstung schon der Quantität nach als eine sehr bedeutende ansehen, ebenso wird sie durch ihr Zustandekommen an der Peripherie des Organismus durch vikariirende Sekretionen anderer Theile niemals vollkommen ersetzt werden können, und es dürfen die einzelnen Bestandtheile derselben, welche als Endresultate des Stoffwandels in der peripherischen Blutmasse vorhanden sind, nicht mit dem Vorhandensein derselben Stoffe unter anderen Verhältnissen zusammengestellt werden.

Bei der geringen Kenntniss über die Resorptionskraft der Haut, in welcher Beziehung die einzelnen Physiologen sehr widersprechende Ansichten aufgestellt, und dieselben im Allgemeinen mit den ärztlichen Beobachtungen in direktem Widerspruche stehen, indem letztere fast durchgehends der Haut die Fähigkeit zu resorbiren zuschreiben, die Physiologen jedoch mehr oder weniger dieses verneinen, müssen die Angaben, welche in dieser Beziehung gemacht worden sind, weiteren Forschungen anheimgestellt werden. So viel ist wohl als gewiss anzunehmen, dass flüchtige Stoffe die Haut von aussen nach innen durchdringen können, und dass, wenn auch festere Stoffe aufgenommen werden, die Schweissdrüsen sich hierbei

vorzugsweise thätig erweisen werden. Es ist bei der Athmung schon angegeben, dass Thiere mit feuchter Haut auch durch diese Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben; in wie weit nun diese Sauerstoffaufnahme überhaupt bei der Transspiration in Betracht komme, darüber fehlen weitere Untersuchungen; nach Valentin findet dieselbe statt.

Von der Harnbereitung.

Die chemischen Verhältnisse des Harnes sind schon in dem *Lehrbuche der Chemie*, S. 621, dargelegt, so dass wir auf dieselben zurückzugehen nicht für nöthig erachten. Wir haben jedoch hier die Organe der Harnbereitung, die Nieren, und deren sekretive Thätigkeit näher zu betrachten. Die Nieren finden sich bei allen Wirbelthieren, während sie bei den wirbellosen Thieren noch keinesweges überall mit Bestimmtheit nachgewiesen sind; man hat nur bei einer Anzahl derselben Drüsen gefunden, deren Sekret dem Harne der Wirbelthiere entsprechend aus Harnsäure und harnsauren Salzen oder anderen stickstoffreichen Substanzen besteht. Bei den Wirbelthieren stellen die Nieren überall zwei, wenigstens annäherungsweise symmetrische Organe vor, welche in Bau und Lagenverhältnissen sich entsprechen. Im Allgemeinen liegen sie zu beiden Seiten der Wirbelsäule im Rumpftheile, an der inneren Fläche der Rückenwand. In einigen Fällen begegnen sie sich unter der Wirbelsäule selbst so weit, dass sie mit einander verwachsen können. Ihre Ausdehnung ist sehr verschieden. Bei den Knochenfischen reicht häufig das vordere Ende derselben bis an den Schädel, während das hintere wenigstens sich nicht selten bis an das Ende der Bauchhöhle erstreckt, sogar in manchen Fällen noch bis an den Schwanz vordringt. Auch unter den Reptilien finden sich sehr gestreckte Formen, während bei den Säugethieren der Längendurchmesser viel weniger bedeutend ist, dagegen eine Abweichung der symmetrischen Lage nicht selten, indem eine Niere häufig weiter nach vorn liegt, als die andere.

Es würde zu weit führen, die Verschiedenheiten, welche die Nieren der Wirbelthiere in ihrer Form und Textur zeigen, umständlicher aufzuführen. Wesentlich ist das Verhalten der

Harnkanälchen und der Blutgefässe. Was die ersteren betrifft, so findet man in der Niere des Menschen und den ihr ähnlichen Nieren bei den Säugethieren sämmtliche Harnkanälchen so geordnet, dass sie gegen die Insertionsstelle des Harnleiters konvergiren, und dass sie nur eine Strecke von dieser Stelle aus gerade verlaufen. In einiger Entfernung von dem äusseren Umfange der Nieren verlaufen sie bis zu ihrem Ende hin gewunden; die geradgestreckten Kanälchen bilden die Substantia medullaris, die gewundenen die diese umgebende Substantia corticalis. Die Medullarsubstanz kann man sich so aus pyramidalen Büscheln von Harnkanälchen zusammengesetzt denken. Es bietet daher die Stelle der Niere, gegen welche die Vereinigung der Kanäle stattfindet, einen Hohlraum dar, welcher von der äusseren festen Umhüllung der Niere und der Drüsensubstanz gebildet wird, das Nierenbecken. Die Oberfläche der Nierensubstanz an diesem Nierenbecken enthält sämmtliche Oeffnungen der Harnkanälchen und erhebt sich in mehreren kugelförmigen Hervorragungen, die Nierenwarzen. Jede derselben wird von einem kleinen membranösen Kelch, calyx renalis, umfasst, der nach Art eines Trichters in eine Röhre ausgeht, welche Röhren dann den Harnleiter zusammensetzen.

Die Harnkanälchen theilen sich in ihrem Verlaufe von der Peripherie nach dem Zentrum dichotomisch unter spitzen Winkeln, wobei die aus einer Röhre entstehenden Kanälchen um nichts oder um ein Geringes enger sind, als das ursprüngliche Röhrchen. Sie theilen sich auch in der Substantia corticalis und anastomosiren mit einander. Sie bestehen aus einer strukturlosen Haut und einem dieselbe auskleidenden Epithelium, welches aus mehr oder weniger grossen runden, abgeflachten Zellen, von denen die grösseren einen Kern enthalten, zusammengesetzt ist; in der Kortikalsubstanz liegen diese Zellen weniger gedrängt, als in der Medullarsubstanz, bilden aber auch hier keine polygonalen Formen.

In Bezug auf die Blutgefässe ist anzuführen, dass die Arteria renalis sich an der Grenze zwischen Kortikal- und Medullarsubstanz in Kapillaräste vertheilt, und zwar sendet sie diese in die Kortikalsubstanz. Die Zweige, aus welchen die Kapillaren unmittelbar hervorgehen, verlaufen meist direkt zur Oberfläche der Niere und liegen in bestimmten kleinen

Abständen von einander, so dass Zwischenräume zwischen denselben verbleiben, die ihre längste Dimension in der Richtung der Dicke der Kortikalsubstanz besitzen, in welche Räume die Kapillarvertheilung erfolgt, und zwar gehen die Kapillaren meist in kleinen Abständen nach zwei entgegengesetzten Seiten unter rechten oder stumpfen Winkeln von diesen Zweigen ab und münden nach einem kurzen, meist geraden, seltener geschlängelten Verlaufe in ein sogenanntes Malpighi'sches Körperchen. Es ist dieses im Wesentlichen eine weitere Vertheilung des primären Kapillarästchens, wobei dieses sich in 4 bis 8 Zweige spaltet, von denen jeder einen engen Bogen bildet, der von der Theilungsstelle, ausgeht und beinah zu derselben zurückkommt. Die Bogen liegen eng aneinander, anastomosiren unter sich und treten an ihren Enden wieder zu einem Gefässe zusammen, welches meist enger als das Kapillarästchen, das sich vertheilte, und unmittelbar neben demselben, seltener auf der entgegengesetzten Seite gelegen ist. Dieser ganze Gefässknäuel liegt durchaus frei in einer bald mehr bald weniger eng sich an ihn anschliessenden Kapsel, die aus einer strukturlosen, sehr feinen Membran besteht und von dem Vereinigungsgefässe durchbrochen wird. Dieses tritt nun gegen die Mitte des genannten Zwischenraumes, theilt sich hier meist von Neuem in mehrere Aestchen, welche mit den sämmtlichen, aus den unmittelbar neben- und gegenüberliegenden Knäulchen austretenden Gefässen ein engmaschiges Netz bilden. Dieses Netz geht fortlaufend durch den von zwei Glomerulireihen gebildeten Zwischenraum hin. An der Grenze zwischen Rinden- und Marksubstanz wird es allmälig weitmaschiger und endlich senken sich gestreckte, durch weniger Queranastomosen zusammenhängende Gefässe in die Medullarsubstanz, in welche sich einzelne bis zur Oberfläche der Papillen erstrecken, wo sie mit den Gefässen der Schleimhaut der Papillen kommuniziren. Diejenigen Arterienästchen, welche, ohne vorher Glomeruli zu bilden, auf die Oberfläche der Nieren gelangen, ergiessen sich hier in ein engmaschiges Netz, welches mit den eben beschriebenen Netzen zusammenhängt und die äusserste Oberfläche des Organes deckt.

Die Arterienäste niederer Ordnung anastomosiren, ausser durch Kapillaren, nie mit den umherliegenden, so dass man jedes

einzelne Nierenstück, wenn es die Ausstrahlung eines Astes ganz enthält, abgesondert injiziren kann.

Aus den sämmtlichen beschriebenen Kapillaren treten die Venen zusammen. Von der Oberfläche treten dieselben sternförmig in die Kortikalsubstanz ein, nehmen hier von allen Seiten die feinen Venenstämme auf und erstrecken sich bis zur Grenze zwischen Rinden- und Kortikalsubstanz. Ausserdem aber enden Venen an demselben Punkte, welche aus den Kapillaren der Medullarsubstanz ihr Blut beziehen, so dass es scheint, als bilden die in der Marksubstanz verlaufenden Gefässe Bogen, welche eine ähnliche Gestalt wie diese Substanz mit ihren Papillen auf dem Längsdurchschnitte besitzen.

Die geschlängelten Harnkanälchen in der Rindensubstanz werden in dieser von den aus den Glomerulis austretenden Blutgefässen vielfach umsponnen. Die Endigung der Harnkanälchen und ihr Verhältniss zu den Blutkörperchen ist jedoch noch ein streitiger Gegenstand. Nach der älteren Ansicht, welcher Müller, R. Wagner und Krause beistimmen, endigen sie blind, Weber zählte jedoch die Niere zu den Drüsen mit netzförmigen Gängen; nach Bowman sollen die Harnkanälchen in der Kortikalsubstanz sich wieder plötzlich umbiegen, sich abwärts wenden, dann sich verengen, hierauf zu einem blinden Säckchen anschwellen, welches dann dem Glomerulus als die beschriebene Kapsel umgibt und hier mit Flimmerepithelium ausgekleidet ist. Marcusen gibt in neuester Zeit aus den Untersuchungen der Niere des Kaulbarsches an, dass das Harnkanälchen blind mit einem kolbigen oder kugligen hohlen Anfange beginnt, in diesem der Malpighi'sche Knäuel sitze, indem das Gefässchen, welches letzteren bildet, die Tunica propria des Harnkanälchens durchbohrt, in die Ausweitung desselben hineintritt, sich hier zu einem Knäuel verschlingt und dann durch die Tunica propria neben dem hereintretenden Gefässchen heraustritt (Frorieps *Notizen,* 1852, Nr. 519).

Ueber die Art und Weise der Nierensekretion sind zahlreiche Hypothesen aufgestellt, ohne dass es jedoch gelungen, die Vorgänge hinreichend aufzuklären. Die ältere Ansicht, dass die Bereitung des Urins eine Funktion der Nierennerven sei, wurde in der neueren Zeit ganz zurückgewiesen, wenn auch der Einfluss der Nerven auf Modifikationen der Harnbe-

reitung nicht geläugnet wurde. Die einfache Endosmose hält Ludwig nicht für hinreichend, und vorzüglich aus dem Grunde, weil unter normalen Verhältnissen innerhalb 24 Stunden bei den verschiedensten Quantitäten des Wassers immer eine bestimmte Menge fester Bestandtheile entfernt werde. Vielfach hat man in dem Epithelium der Harnkanälchen die spezifische Sekretionsthätigkeit gesucht, und in die endogenen Drüsenzellen die Bereitung des Harnes versetzt, wobei nach Bowman das Wasser durch die Malpighi'schen Gefässknäule austreten soll. Nach Ludwig wird in den Glomerulis der Urin ursprünglich aus dem Blute entfernt, welche Gefässe die Eigenthümlichkeit besitzen, nur Wasser, einen Theil der Extraktivstoffe und die freien, nur im Wasser gelösten Salze durch sie hindurchtreten zu lassen, nicht aber die Proteinsubstanzen, die Fette und die mit beiden in Verbindung befindlichen mineralischen Bestandtheile. Diese Flüssigkeit, die viel wasserreicher als der Urin ist, wird in die Kapsel und aus dieser durch die nachdringende Ausscheidung in die Harnkanälchen geschoben, und kommt hier in Berührung mit dem Blute, welches in den beschriebenen engen Gefässmaschen fliesst und durch die Entfernung sehr vielen Wassers sehr konzentrirt ist. Das Blut soll daher aus jener Flüssigkeit wieder Wasser aufnehmen.

Der Harn wird in den Harnkanälchen durch die fortdauernde Absonderung vorgestossen, nicht aber durch kontraktile Eigenschaft der Kanälchen, und es sind nach E. H. Weber die Ausführungsgänge der Nieren so eingerichtet, dass der Harn, wenn er aus der Substanz der Nieren durch enge Gänge in weitere Kanäle oder Behälter gebracht ist, nicht wieder in sie zurücktreten kann, selbst dann nicht, wenn er am weiteren Abfliessen verhindert wird. Dieses wird dadurch bewirkt, dass die in der Substanz der Nieren liegenden Ausführungsgänge, die Bellini'schen Röhrchen, äusserst eng sind und sich in sehr grosser Anzahl an den warzenförmigen Papillen öffnen, welche in die Kelche hineinragen. Füllen sich diese weiten Röhrchen strotzend mit Harn, so drückt der Harn die in die Röhrchen hineinragenden warzenförmigen Vorsprünge zusammen und verschliesst dadurch die Oeffnungen der an ihnen liegenden engen häutigen Röhren.

Durch die Harnleiter wird dann der Urin in die Blase eingeführt, und zwar durch periodisch auftretende wurmför-

mige Bewegungen, welche nach Versuchen an eben getödteten Meerschweinchen von dem Nierenbecken beginnen und Stelle für Stelle in raschem Laufe durch den Ureter gehen, so dass immer nur ein kleines Stück sich in Kontraktion befindet. Auch bei Menschen, die an angeborenem Vorfall der umgestülpten Harnblase leiden, beobachtete man den Urin in ziemlich regelmässigen Zwischenräumen tropfenweise aus den Ureteren abfliessen. Nach Erichsen öffnen und schliessen sich hierbei die Mündungen der Harnleiter, wie wenn sie mit einem eigenen Schliessmuskel versehen wären, und es zeigen sich beide Harnleiter zu gleicher Zeit thätig.

Die Harnleiter durchdringen die Wände der Harnblase in schräger Richtung und münden schlitzförmig, so dass durch Druck von Innen, wie bei Anfüllung der Blase der in der Blasenwand enthaltene Theil der Ureteren zusammengedrückt wird, so dass der Urin nicht wieder zurückfliessen kann, was bei den Zusammenziehungen der Harnblase in noch stärkerem Maasse verhindert wird.

In der Blase wird der Harn durch den Sphincter vesicae zurückgehalten und sammelt sich an, bis er durch Ausdehnung der Blase eine eigenthümliche Empfindung veranlasst und das Bedürfniss zum Harnlassen hervorruft. Die Wirkung des Willens kann oft in sehr hohem Grade diesem Bedürfnisse durch andauernde Zusammenziehung des Sphincter vesicae und durch die Thätigkeit des Musc. pubourethralis widerstehen, unter natürlichen Verhältnissen lässt aber die Zusammenziehung des Sphincter nach und es entstehen Kontraktionen des Muskelhaut der Blase, zu denen die Thätigkeit der Bauchmuskeln und des Zwerchfelles hinzukommen.

Von den Blutgefässdrüsen.

Man bezeichnet mit diesem Namen eine Anzahl von Organen, die nur bei den Wirbelthieren bekannt sind, sich in Bezug der Textur den drüsigen Organen anreihen, dennoch aber ohne Ausführungsgang sind, und deren Funktion durchaus unaufgeklärt erscheint. Es gehören hierher die Nebennieren, Milz, Thymusdrüse, Schilddrüse, in neuerer Zeit hat man auch einen Lappen des sogen. Hirnanhanges, hypophysis

cerebri, diesen Organen zugesellt, und es dürfte auch eine bei mehreren Säugethieren am Halse vorkommende, mit der Thymusdrüse verwechselte drüsige Masse hierher zu rechnen sein.

Wohl in keinem Theile der Physiologie hat man so zahlreiche Hypothesen aufgestellt und so vielfache Versuche angestellt, um die funktionelle Thätigkeit zu erforschen, als bei den genannten Organen. Es würde uns zu weit führen, auch nur die hauptsächlichsten anatomischen und physiologischen Forschungen mitzutheilen; eine kurze Darlegung des Standes unserer Kenntniss in Bezug auf vergleichende Anatomie und Physiologie der Blutgefässdrüsen finden wir in Bergmanns und Leukarts *anatomisch-physiologischer Uebersicht des Thierreichs,* welche wir hier folgen lassen.

Die Nebennieren liegen in der Nähe der eigentlichen Nieren und zwar bei den höheren Wirbelthieren sehr gewöhnlich je eine zunächst dem vorderen Ende einer Niere. Es ist in neuerer Zeit gelungen, die Anwesenheit der Nebennieren noch bei vielen niederen Wirbelthieren sehr wahrscheinlich zu machen, und stets hat man dieses nahe Lagenverhältniss zu den Nieren gefunden. Man darf jedoch deswegen keine funktionelle Beziehung beider Organe annehmen, und es ist überhaupt die Lage der verschiedenen Blutgefässdrüsen in der Nähe bestimmter Organe durchaus kein Anhaltspunkt für die Funktion jener Drüsen. Ebenso wenig als die Lage, gibt die Beobachtung der Entwicklung einen Aufschluss über deren Thätigkeit. Man hat Gewicht darauf gelegt, dass die Nebennieren im menschlichen Embryo früh verhältnissmässig gross sind, aber da dieses nur bei dem Menschen der Fall ist, so schwindet die Wichtigkeit dieser Thatsache. Wenn man anderseits wieder bei den Säugethieren sehr zahlreiche Nerven in diesen Organen beobachtet hat, so beschränkt sich dieses wiederum nur auf die Säugethiere.

Wichtiger erscheinen die neueren Untersuchungen, nach denen diese Organe aus Zellen zusammengesetzt sind, welche offenbar in stetem Entstehen und Vergehen begriffen sind. Man sieht diese Zellen wohl reihenweise geordnet, ja es scheint selbst, dass einige so angeordnete auch mit einander verschmelzen können. Die Zellen haben einen vermuthlich proteinreichen Inhalt, und neben dem weniger geformten Inhalte finden sich Zellenkerne und junge Zellen. Mit dem

Bilden und Vergehen von Zellen verbindet sich nun nothwendig die Vorstellung einer Stoffumwandlung, wobei die elementare Zusammensetzung des Produktes, welches aus der Auflösung der Zellen entsteht, im Ganzen dieselbe sein muss, als die des Stoffes, aus welchem die Zellen entstehen. Aber die Art der Verbindung der Elemente kann und wird eine andere sein. Es kommt nun der Stoff, aus dem sich die Zellen bilden, aus den Blutgefässen, und der Stoff, in welchen sie zerfallen, geht wieder in dieselben über. Man kann deshalb über die Funktion zwei Vermuthungen aufstellen: entweder ist die Verwandlung des Stoffes eine ganz gleichgiltige, und es sind die fraglichen Drüsen somit nur als Aufbewahrungsorte für einen Antheil von Nahrungsstoff anzusehen, oder es ist eben diese Umwandlung der Punkt, auf welchen es ankommt. Gegen die erstere Ansicht spricht schon die Kleinheit der Organe, sie würden gar wenig nützen können. Ausserdem aber müssten sie durch Hunger sich verkleinern, was nicht der Fall zu sein scheint. Es bleibt also nur die Vermuthung übrig, dass in diesen Organen eine nützliche, aber ganz unbekannte Veränderung stickstoffiger Blutbestandtheile geschehe.

Ganz ähnlich steht es mit unserer Kenntniss über die Schilddrüse. Sie liegt bei den Säugethieren vor und neben dem oberen Theile der Luftröhre und dem Kehlkopfe, bei den Vögeln und Reptilien weiter rückwärts, dem Herzen zu, bei nackten Reptilien erleidet ihr Vorkommen noch einigen Zweifel, wiewohl bei Fischen vielfach ein Organ gefunden wurde, welches dieser Drüse seinem Baue nach zu entsprechen scheint. Es liegt am Stamm der Kiemenarterie, bald weiter nach hinten, bald mehr nach vorn, selbst bis zur Theilung derselben in die Gefässe für die Kiemen. Auch in dieser Drüse finden sich Bläschen, von wahrscheinlich zellenartiger Natur, darin eingeschlossene junge Zellen, die Wände der Bläschen bekleidend, ausserdem freie Zellen, welche jüngere Bläschen zu sein scheinen; es zeigt sich somit auch hier ein Zellenleben, Entstehen und Vergehen von Zellen, und man muss auch hier eine bestimmte Veränderung des Blutes annehmen. Zur Zeit der Geburt ist dieses Organ, wenigstens beim Menschen, verhältnissmässig am grössten. Ausschneidung desselben bei Thieren hat kein bestimmtes Resultat über die Funktion gegeben.

Der Hirnanhang findet sich bei allen Wirbelthieren an der Basis des Gehirns und hat in seinem feineren Bau mit den übrigen Blutgefässdrüsen viel Aehnlichkeit. Wo der Hirnanhang zweilappig ist, besitzt nur der eine Lappen diese Struktur.

Die Thymusdrüse liegt bei den Säugethieren in der Brust hinter dem Brustbeine, bei manchen auch am Halse hin nach vorn entwickelt. Bei den Vögeln soll sie zu beiden Seiten im Halse, bei den meisten Reptilien an den grossen Arterientheilungen liegen. Bei mehreren Fischen und einigen kiementragenden Reptilien hat man ein Organ als Thymus angenommen, welches sich am oberen Theile des Kiemenapparates befindet. Sie nähert sich wenigstens bei den höheren Wirbelthieren in ihrem Baue den eigentlichen Drüsen noch weit mehr als die bisher besprochenen, indem sie nicht blos aus einzelnen, für sich abgeschlossenen Bläschen besteht, sondern einen Kanal besitzt, mit welchem die einzelnen Hohlräumchen der Drüse in Verbindung stehen, der jedoch, da er keine Oeffnung besitzt, keinen Ausführungsgang darstellt. Bei den Säugethieren und Vögeln erreicht die Thymusdrüse bald nach der Geburt ihre bedeutendste relative Entwicklung und nimmt dann bald ab; in Folge starker Körperanstrengungen soll sie frühzeitig schwinden; sie ist daher wahrscheinlich mit ihrer proteinreichen Flüssigkeit ein Nahrungsbehälter.

Am Halse mancher Säugethiere, namentlich aber bei den Winterschläfern, findet sich eine sehr ausgedehnte, auch bis an die Thymus in die Brusthöhle reichende drüsige Masse, Fettdrüse, auch Winterschläferdrüse genannt. Sie ist andauernd, wechselt aber namentlich bei den Winterschläfern ihre Zustände, indem ihr in Zellen eingeschlossener Inhalt im Winter in grösserer Menge vorhanden und proteinreicher sein soll, im Sommer aber mehr aus Fett besteht; und ist daher hauptsächlich als Nahrungsbehälter aufzufassen.

Die Milz ist von den übrigen Blutdrüsen wesentlich verschieden, aber in ihrem Bau ungleich schwieriger zu erforschen. Sie findet sich mit wenigen Ausnahmen bei Wirbelthieren, ist durch starken Blutgehalt meist braunroth von Färbung, hält sich in ihrer Lage in der Nähe des Magens, und ist nur in seltenen Fällen in mehrere kleine Milze getheilt. Sie besteht zu einem sehr grossen Theile aus Blutgefässen, und nament-

lich zeigen die Venen in ihren feineren Verzweigungen ungemein feine Wandungen. Ausser den Blutgefässen enthält die Milz elastische und bei vielen Thieren auch kontraktile Fasern, welche, netzartig vertheilt, eine Art Gerüst bilden, in welchem die Blutgefässe vertheilt sind. Die elastischen Fasern bilden noch einen Ueberzug des ganzen Organes, und sind auch hier bei verschiedenen Thieren mit kontraktilen Fasern verbunden. Man vermochte auch die Kontraktilität des Organes durch den magneto-elektrischen Apparat bei einigen Thieren deutlich nachzuweisen. Ausserdem sind zu beachten die eigenthümlichen Hüllen oder Scheiden, welche die Arterien oder Venen von der Oberfläche des Organes bis zu einer gewissen Feinheit der Verzweigung umgeben, und die sogenannten Milzbläschen, welche nur bei Säugethieren, Vögeln und beschuppten Reptilien als sicher anzunehmen sind. Diese Bläschen stehen mit den Scheiden feiner Arterien in Verbindung, und enthalten zuweilen eine gerinnbare, bald weissliche, bald röthliche Flüssigkeit. Für die Funktion der Milz sind folgende Umstände von Bedeutung: Man findet in ihr, theils von Blutgefässen umschlossen, theils in Form von Extravasaten, Blutkörperchen in verschiedenen Graden der Verkümmerung, verschrumpft, dunkel gefärbt, endlich auch wohl zerfallen, und es sind von diesen abgestorbenen Blutkörperchen häufig mehrere in Zellenmembranen eingehüllt. Ausserdem scheint die Untersuchung des Milzvenenblutes auch zu ergeben, dass in diesem Organe Blutkörperchen verschwinden müssen, indem dessen Venenblut deren weniger enthält, als anderes. Dieses und die röthliche Färbung der Milzlymphe scheinen anzudeuten, dass in der Milz viele Blutkörperchen zu Grunde gehen. Die Schwankungen in dem Volumen der Milz, welchen dieselbe in Folge des kontraktilen Gewebes ausgesetzt ist, scheinen in einem Verhältnisse zu den Zeiten der Nahrungsaufnahme zu stehen. Es ist ferner von Wichtigkeit, dass das Blut der Milz der Pfortader zufliesst, und so zunächst in die Haargefässe der Leber gelangt; man muss daher zwischen beiden Organen eine funktionelle Beziehung annehmen, und nach Ecker gelangen die Reste der Blutkörperchen aus der Milz zur Ausscheidung in die Leber.

Sechster Abschnitt.

Vom Nervensysteme.

Disposition und allgemeine Anatomie des Nervensystems.

Das Nervensystem kommt nur der Thierwelt zu und seine Funktionen bilden das hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmal zwischen Thier und Pflanze. Es ist der Sitz der Empfindung, vermittelt die willkürliche Bewegung, bedingt die psychischen Thätigkeiten, gibt den verschiedenen Organen des Körpers einen wechselseitigen funktionellen Zusammenhang und beherrscht indirekt die Vorgänge des Stoffwechsels. Zum Belege für diese Wirkungen der Nerventhätigkeit mögen vorläufig folgende Thatsachen dienen. Die Nerven reagiren auf äussere Reizung durch Empfindung und Muskelbewegung, und jene, wie diese geht nach Durchschneidung derselben örtlich verlóren. Wenn man bei Thieren die Hemisphären des grossen Gehirns abträgt, so sinken ihre geistigen Fähigkeiten um so mehr, je grösser der Substanzverlust ist. Die Sympathien, die Reflexbewegungen, endlich auch der Umstand, dass je vollkommener im Thierreiche das Nervensystem entwickelt ist, um so mehr die Verbindung der einzelnen Körpertheile zu einem Ganzen zunimmt, führen darauf, dass ein funktioneller Zusammenhang der Organe durch die Nerven hergestellt wird. Die Abmagerung eines Gliedes, dessen Nerven durchschnitten sind, die Veränderungen in den Sekretionen durch Nervenumstimmungen sind Beispiele von dem Einfluss des Nervensystems auf die trophischen Funktionen.

Die Nervenmasse ist theils in grösseren Massen als Gehirn, Rückenmark, welche die zentralen Theile des Nervensystems bilden, angehäuft, theils in häutigen Röhren, Nerven, eingeschlossen, die den peripherischen Theil ausmachen. Gleich dem Blute durchsetzt die Nervenmasse den ganzen Organismus mit Ausnahme der Oberhaut, der Epithelien, Haare, Nägel und der Krystalllinse, denen beide Elemente fehlen. Während aber das Blutsystem einen in sich zusammenhängenden Strom darstellt, gibt es im Nervensysteme nur selten Beispiele wahrer Verästelung. Die Nervenfasern sind auf der ganzen Bahn ihres Verlaufes isolirt; sie liegen in den Nervenstämmen, wie in den Zentralorganen gesondert neben einander und der Inhalt der einen Faser vermischt sich niemals mit dem der andern. Was man Spaltung der Nerven nennt, ist nur die Trennung der früher zu einem Bündel vereinigten Fasern in zwei Gruppen. Aehnlich verhält es sich mit den sogenannten Nervenanastomosen, die dadurch entstehen, dass von zwei Faserbündeln jedes an das andere einen Theil seiner Fasern abgibt. Die öftere Wiederholung solcher Anastomosen und die dadurch hervorgebrachte netzförmige Verzweigung erzeugen die Nervengeflechte. Diese Isolation der einzelnen Nervenfäden ist nothwendig, wenn jeder einzelne Theil des Organismus zweckmässig von dem Nerveneinflusse beherrscht werden soll. Fände ein Zusammenfluss der Nerven nach dem Zentrum hin statt, so würde die Anregung, die von dem letzteren ausgeht, niemals einen einzelnen Punkt, sondern immer eine grosse Summe von Punkten zugleich treffen.

Die wesentlichen mikroskopischen Elementartheile der Nervensubstanz sind die, eben als isolirt beschriebenen Primitivfasern und die Ganglienkugeln. Bei den Fasern unterscheidet man vier Formen: breite, peripherische, zellstoffähnliche und zentrale.

Jede Nervenfaser besteht aus einer dünnhäutigen Röhre, in welcher ein öliger, weisser, durchsichtiger Inhalt eingeschlossen ist und die bei den breiten peripherischen Nervenfasern eine Breite von $^1/_{130}$—$^1/_{400}$ ''' hat. Jener Inhalt, im Leben völlig gleichförmig, gerinnt sehr bald nach dem Tode und erscheint nun bröcklig, zuweilen blasig, mit doppelten Kontouren, indem sich der Zentraltheil des Markes von dem peripherischen sondert. Die Gerinnung des ersteren ge-

schieht (zumal durch Zusatz von Sublimat oder Essigsäure, oder durch Kochen mit Alkohol) in der Weise, dass er einen bandartigen Streifen bildet, der nicht selten an dem einen Ende einer zerrissenen Nervenfaser hervorragt und Primitivband, auch Axenzylinder genannt worden ist. Die breiten peripherischen Nervenfasern kommen am meisten unvermischt in den vorderen Nervenwurzeln des Rückenmarks vor.

Die schmalen peripherischen Nervenfasern haben eine Breite von $\frac{1}{250}$—$\frac{1}{600}'''$, und einen minder reichlichen Inhalt, als die eben beschriebenen. Auch sind sie heller und spielen mehr ins Gelbe. Nach der Gerinnung erscheint der Inhalt kleinkörnig, zuweilen blasig, und bietet viel seltener, als bei den breiten Fasern, die Erscheinung von doppelten Kontouren dar. Am häufigsten kommen sie im sympathischen Nerven vor.

Wenn nun auch die breiten Fasern hauptsächlich dem Zerebrospinalnervensysteme, die schmalen vorwiegend dem sympathischen zukommen, so sind doch weder ihre Unterscheidungsmerkmale, noch ihre lokale Sonderung strikt genug, um in ihnen zwei geradezu verschiedene Klassen von Nervenfasern zu sehen. Nicht nur dass in den Zerebrospinalnerven schmale und im Sympathicus breite Fasern vorkommen, so gibt es auch in beiden mittelbreite, deren Diagnose kaum möglich ist. Ferner nehmen die breiten Fasern oft gegen ihr Ende hin an Dicke ab und mussten dann zu den schmalen gezählt werden. Endlich bietet auch der Inhalt in beiden Arten von Fasern mehr gradweise als wesentliche Unterschiede dar.

Die zellstoffähnlichen oder Remak'schen Nervenfasern, die man hauptsächlich in der Nähe von Ganglienkugeln findet, werden von Einigen für blosse Zellgewebsbildungen gehalten. Sie sollen dann nichts weiter sein, als die Fortsetzungen der zellgewebigen Hülle der Ganglienkugeln, von welcher unten die Rede sein wird. Andere beschreiben sie als Nervenfasern von $\frac{1}{600}$ — $\frac{1}{1000}'''$ Dicke, die auf ihrer Oberfläche mit Kernen bedeckt sind und sich nicht selten spalten.

Die zentralen Nervenfasern sind zarter, als die peripherischen, deren unmittelbare Fortsetzungen sie bilden. Ihre Breite beträgt $\frac{1}{400}$ — $\frac{1}{1000}'''$. Es fehlen ihnen die zell-

stoffigen Zwischengewebe, die zwischen den peripherischen Nervenbündeln vorkommen, weshalb sie schon bei mässigem Druck, oder durch Zusatz von Wasser, oder durch andere mishandelnde Ursachen leicht ihre zylindrische Form verlieren, varikös anschwellen und ein rosenkranzähnliches Aussehn erhalten. Ihr Inhalt gerinnt zu Bläschen, die grosse Aehnlichkeit mit Fettbläschen haben. Doppelte Kontouren zeigen sie selten. Sie kommen vor im Gehirn, Rückenmark und den Sinnesnerven.

Ueber die Endigung der Primitivnervenfasern sind die Ansichten getheilt, da es selbst bei der feinsten Untersuchung zweifelhaft bleibt, ob man wirklich das Nervenende vor sich habe. Die Einen lassen die Fasern frei endigen und sie entweder bis zuletzt Mark enthalten, oder nach vorgängiger Spaltung in marklose Fasern auslaufen. In letzterer Form ist die Nervenendigung von Schwann, Müller, Wagner u. A. am Mesenterium und in den Muskeln beobachtet worden. Besonders deutlich soll sie an den Plättchen der elektrischen Organe der Zitterrochen sein. Andere behaupten, dass die Nerven mit schlingförmigen Umbiegungen schliessen, eine Form der Endigung, die sich z. B. in den Zahnsäckchen unzweifelhaft nachweisen lässt (Valentin). Im Allgemeinen jedoch wird hiergegen eingewendet, dass die vermeintlichen Endschlingen nur zufällige Einbiegungen sind, die den geraden Verlauf einer Faser unterbrechen. Als eine dritte Art der Endigung der Nervenfasern wurde ihre Einsenkung in die sogenannten Vaterschen oder Pacini'schen Körperchen angenommen. Man versteht unter letzteren länglichrunde, helle Körperchen von $1/2$ bis $3/4'''$ Dicke, die aus einer grossen Menge zwiebelartig über einander geschichteter Häutchen zusammengesetzt sind, zwischen denen sich eine Flüssigkeit befindet. Sie haben einen zentralen Kanal und gewöhnlich einen Stiel, in denen eine Nervenprimitivfaser verläuft. Zuweilen nun spaltet sich die Faser innerhalb des Körperchens und lässt sich dann nicht weiter verfolgen. Aber auch aus diesem Umstande lässt sich nicht schliessen, dass die freie Endigung der Nerven die Regel sei, denn erstens hat man in manchen Fällen beobachtet, dass die Primitivfasern wieder aus den Pacini'schen Körperchen heraustreten, dann sind die letzteren bis jetzt nur an den Hautnerven der Handfläche und Fusssohle des Menschen und

der Säugethiere, und im Mesokolon unp Mesenterium der Katzen gefunden worden, und endlich ist die Zahl der in dieselben eintretenden Primitivfasern zu gering, um einen Schluss auf alle peripherischen Nervenendigungen zu erlauben. Ueber die neueren Untersuchungen von Wagner, die Endigungen der Tastnerven betreffend, siehe unten beim Tastsinne.

Die Ganglienkugeln sind die Elemente der Ganglien des Sympathicus, sowie derjenigen mancher anderen Nerven (z. B. der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven, gewisser Zweige des N. trigem., des N. vagus u. a. m.). Ihr Durchmesser variirt zwischen $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{120}'''$. Sie sind gelblich gefärbt und enthalten eine kleinkörnige Masse und einen gewöhnlich runden Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen. Ihre Form ist rund, bald länglich, bald zackig. Sie liegen meist in grösserer Anzahl zusammen und bilden dann ein Ganglion oder einen Knoten. Dieser Knoten wird theils von Faserbündeln der Länge nach durchsetzt, theils winden sich einzelne Primitivnervenfasern zwischen den Ganglienkugeln hindurch. Letztere sind jedoch nicht frei zwischen die Nerven eingebettet, sondern haben eine scheinbar faserige Hülle, an welcher zahlreiche längliche Kerne bemerkt werden. Diese mit Kernen besetzte Hülle setzt sich auch in die Faserbündel fort und bildet hier, die Nervenfasern begleitend, die sogenannten Scheidenfortsätze der Ganglienkugeln (s. oben Remaksche Fasern).

Der anatomische Zusammenhang zwischen Nerven und Ganglien ist, soweit die Untersuchungen bis jetzt gediehen sind, folgender. Sieht man die Remakschen Fasern (d. i. die oben erwähnte Hülle der Ganglienkugeln) für Nervenfäden an, so wären sie ein Beispiel von Primitivnervenfasern, die um die Ganglienkugeln herumgehen. Unleugbar markhaltige Fasern treten zweitens aus den Ganglienkugeln heraus (Wagner, Robin, Bidder) und zwar eine an jedem Ende, so dass man sagen kann, gewisse Nervenprimitivfasern würden mitten in ihrem Verlaufe von einer Ganglienkugel durchbrochen. Auch kommt es vor, dass dieselbe Nervenfaser nach der einen noch durch eine zweite Ganglienkugel hindurchtritt. Drittens gibt es nach Kölliker u. A. Ganglienkugeln, die nur einseitige Nervenfasern aussenden. Diese sollen besonders deutlich er-

kennbar sein in dem Ganglion Gasseri der Säugethiere, das man zu dem Ende 24 Stunden in Wasser legt, um nach dieser Zeit abgeschabte kleine Stückchen unter dem Mikroskop zu untersuchen. Viertens endlich gibt es noch Ganglienkugeln, die mit gar keinen Nerven in Verbindung stehen, wie denn auch sehr häufig in einem Ganglion weit mehr Kugeln enthalten sind, als Nervenfasern mit ihm zusammenhängen.

An den Wurzeln der Rückenmarks- wie der Hirnnerven lässt sich nachweisen, dass jede Primitivfaser des Nervenstammes in eine zentrale übergeht. Demnach müssen Gehirn und Rückenmark Repräsentanten aller Anfangstheile der Zerebrospinalnerven enthalten. Jedoch ist die Anordnung dieser Fasern in den Zentralorganen, selbst des kleinsten Wirbelthieres, und ihre Verbindung mit andern mikroskopischen Bildungen so verworren, ihre Form so leicht verletzlich, die Untersuchung nothwendig auf einen so kleinen Raum beschränkt und durch so viele Nebenumstände erschwert, dass man „wahrscheinlich noch nach Jahrhunderten nicht im Stande sein wird, eine irgend klare Uebersicht über diesen wichtigen Theil der Anatomie des Nervensystems zu gewinnen.“ (Valentin.)

Die rohere Untersuchung der Zentralorgane ergibt im Allgemeinen Folgendes: Gehirn und Rückenmark enthalten zunächst zwei Hauptmassen, eine weisse Marksubstanz und eine graue oder grauröthliche Rindensubstanz. Jene enthält die zentralen Primitivfasern, diese Ganglienkugeln von weit mannigfaltigeren Formen und Grössen, als sie in den peripherischen Ganglien vorkommen. Diese Körperchen, theils Zellengebilde, theils blosse Körnerhaufen — theils so gross, dass sie schon mit freiem Auge, theils so klein, dass sie nur bei einer mehrhundertmaligen Vergrösserung erkannt werden, sind durch ein homogenes, farbloses, zähflüssiges Bindemittel unter einander verbunden. Ob aus diesen Ganglienkugeln markige Primitivfasern ausgehen, ob die letzteren ihnen nur anliegen, ist unentschieden. — Im Rückenmark liegt die graue, ganglienkugelhaltige Substanz innen, die weisse aussen. Es ist fraglich, ob die Primitivfasern der Rückenmarksnerven bis zum Gehirn hinaufsteigen oder nur durch Zwischenorgane mit ihm zusammenhängen. Da der Wille, der vom Gehirn ausgeht, die Rückenmarksnerven in Thätigkeit setzt, so muss eines von

Beiden stattfinden. — Die Marksubstanz, die nur aus Anhäufungen vielfach unter einander verflochtener Primitivfasern besteht, ist rein weiss, die Rindensubstanz um so heller grau, je mehr Fasern ihr beigemischt sind. Eine gewisse Mischung zahlreicher und gleichförmig vertheilter weisser Primitivfasern mit stark körnigen Ganglienkugeln führt zu einer gelben Färbung, wie man sie z. B. an den innersten Grenzbezirken des grauen Ueberzugs der Grosshirnhemisphären häufig wahrnimmt (Valentin). In den Schenkeln des grossen Gehirns kommen zuweilen Pigmentzellen vor, welche die sogenannte schwarze Substanz erzeugen. — Die Markmasse des Gehirns hat einen weit grösseren Umfang als alle Hirn- und Rückenmarksnervenwurzeln zusammengenommen. Man hat hieraus geschlossen, dass es zentrale Fasern gäbe, die mit keinem peripherischen Nerven zusammenhängen. Andere meinen, dass der grössere Umfang durch Windungen der Fortsätze der peripherischen Nerven hervorgebracht werde, oder durch Verbindungsfäden zwischen den Ganglienkugeln und den Fasern.

Die anatomische Selbständigkeit des Grenzstranges des Sympathicus ist von Einigen absolut, von Anderen theilweise behauptet, von noch Anderen geradezu geleugnet worden. Die Beobachtung, dass so zahlreiche Nervenäste den Sympathicus mit den Zerebrospinalnerven verbinden, veranlasste Haller anzunehmen, dass die in den Verbindungssträngen der Ganglien enthaltenen Primitivfasern ihren Ursprung allein im Gehirn und Rückenmark haben und nur in Folge ihres Durchganges durch die Ganglien gewisse physiologische Eigenthümlichkeiten erhalten. Hiernach wäre der Nervus sympathicus geradezu zu den Zerebrospinalnerven zu rechnen. Andere (Bichat) davon ausgehend, dass die Zweige des Sympathicus vorzugsweise diejenigen Organe versorgen, die dem Stoffwechsel dienen und der Sitz der unbewussten und unwillkürlichen Thätigkeiten sind, sahen in dem Sympathicus ein unabhängiges Nervensystem, dem sie den Namen des vegetativen oder organischen gaben, im Gegensatz zu dem Zerebrospinalsystem oder animalen, durch welches die Sinnes- und Schmerzempfindungen, sowie die willkürlichen Bewegungen vermittelt werden. Die dritte Ansicht, die von der theilweisen Unabhängigkeit des sympathischen Nervensystems von dem zerebrospinalen (Bidder, Volkmann, Kölliker) stützt sich besonders

auf die Thatsache, dass die Anzahl der Primitivfasern, welche aus einem Ganglion heraustreten, häufig bei weitem grösser ist, als die der eintretenden, woraus folge, dass es Fasern gebe, die in den Ganglien selbst ihren Ursprung haben. Dieselben verbreiten sich nun ebensowohl peripherisch, als sie in das Gehirn und Rückenmark gehen. Dass Kölliker einseitige Faserursprünge an den Ganglien beobachtete, ist bereits oben erwähnt. Gegen die Realität der Faservermehrung durch die Ganglien werden folgende Bedenken erhoben. Die aus dem Ganglion getretenen Nervenfasern können theilweise, nachdem sie eine Strecke in einem Nervenstamme verlaufen sind, sich umbiegen, denselben Weg wieder zurückgehen, um dann eine andere Richtung zu verfolgen, und werden in diesem Falle doppelt gezählt. Ein Beispiel eines solchen Nervenverlaufes bietet nach Valentin der Brusttheil des N. vagus bei den Mäusen. Zweitens kann die Faservermehrung durch Spaltung hervorgebracht werden. Drittens endlich könnten die bereits erwähnten Scheidenfortsätze der Ganglienkugeln, die nach mehreren Seiten hin ausstrahlen, sich früher oder später mit Nervenmark füllen (Valentin). Auch gegen den physiologischen Beweis der Unabhängigkeit des Sympathicus von Gehirn und Rückenmark lassen sich nicht unerhebliche Zweifel erheben, wie später gezeigt werden soll.

Physikalische Erscheinungen im Nervensysteme. Wenn man an einem frischen Nerven zwei Punkte mit den Polen eines Galvanometers berührt, so liefert die Magnetnadel einen Ausschlag, der in der chemischen Verschiedenheit der Berührungspunkte oder in dem Nervenstrome seinen Grund hat, von dem der Nerv nach dem Zentralorgane oder nach der Peripherie hin durchzogen wird. Lässt man die Nadel zur Ruhe kommen, aber das Galvanometer in seiner Lage bleiben und bringt nun die Pole einer galvanischen Kette mit zwei anderen Punkten des Nerven in Verbindung, so bemerkt man eine neue Ablenkung der Galvanometernadel. Die zweite Ablenkung ist entweder eine Verstärkung der ersten oder geringer, oder ihr ganz entgegengesetzt. Man schliesst hieraus, dass die zweite elektrische Strömung der ersten, der Nervenströmung gleichläufig oder entgegengesetzt sein kann. Diese Erregung, Spannung oder Polarisirung der Molekule des Nerveninhalts durch den elektrischen Strom, wurde von Dubois-

Reymond, der diese Erscheinungen erst genauer erforschte, Elektrotonus der Nervenfaser genannt. Jede örtliche mechanische, thermische oder chemische Verletzung des Nerven hebt die Fortpflanzung des elektrotonischen Zustandes auf; auch wird die Nadel um so weniger affizirt, je weiter das Galvanometer von der Applikationsstelle der Kette entfernt ist.

Chemische Zusammensetzung der Nervenmasse. Nach Vauquelin enthält das Gehirn in 100 Theilen: 80 Wasser, 7 Eiweiss, 5,23 Fett, 1,12 Osmazom, 1,5 Phosphor und ausserdem noch Schwefel, phosphors. Natron, Kalk und Magnesia und Chlornatrium. Das Gehirnfett, das grösstentheils phosphorhaltig ist, enthält nach Frémy theils feste Säuren (Cerebrin- und Oelphosphorsäure), theils Margarin und Olein, sowohl frei, als in Verbindung mit Natron. Nach Couerbe gibt es 5 Fettarten im Gehirne. — Die chemische Beschaffenheit des Rückenmarks ist der des Gehirns gleich; nur enthält es nach Vauquelin mehr Fett und weniger Wasser, Osmazom und Eiweiss. — Der Nerveninhalt scheint eine analoge Zusammensetzung mit Gehirn und Rückenmark zu haben. Beim Kochen der Nerven mit Alkohol fliesst ein liquides Fett heraus und die Nerven werden durchscheinend. In einer schwachen Lösung von Kali caust. löst sich das Albumin des Markes auf und das Neurilem bleibt als offener Kanal zurück.

Die Nervenreizbarkeit.

Nervenreize sind diejenigen Einflüsse, durch welche die Nerven in Thätigkeit versetzt werden; Nervenreizbarkeit ist die Fähigkeit der Nerven, auf diese Einflüsse zu reagiren. Jeder Nerventhätigkeit geht ein Reiz voran, nur dass derselbe nicht immer nachweisbar ist, zumal wenn er vom Organismus selbst ausgeht. Man theilt die Reize ein in adäquate und inadäquate, in Lebensreize und zufällige, in integrirende und alterirende, in organische und unorganische. Die erste Eintheilung bezieht man gewöhnlich nur auf die Sinnesnerven und es bedeuten dann adäquate Reize solche, die in einem Sinnesnerven die ihm eigenthümliche Funktion hervorrufen, auf jeden andern aber keinen Einfluss ausüben. So wäre z. B. das Licht der adäquate Reiz für den Sehnerven. Die inadäquaten Reize sind allgemeiner Natur und erregen in allen Sinnesnerven die ihnen eigenthümliche Thätigkeit.

Ein Beispiel hierfür bieten die Blutkongestionen, die im Auge Lichterscheinungen, im Ohre Klingen erzeugen u. s. w. Sonst nennt man adäquate Reize auch überhaupt alle Einflüsse, die für einen gegebenen Nerven Reizmittel sind. Lebensreize sind solche, die zur Durchführung der organischen Vorgänge nothwendig sind, wie z. B. die Wärme, während die zufälligen (z. B. mechanische Reize) nicht zu den unerlässlichen Lebensbedingungen des Organismus gehören. Deshalb bringt der Mangel zufälliger Reize keine, der Mangel der Lebensreize grosse Wirkungen hervor. Integrirende Reize sind diejenigen, welche die Reizbarkeit erhöhen sollen, alterirende solche, die, indem sie reizen, die Nervenmaterie zu zersetzen scheinen (Narkotika). Organische Reize nennt man die im Innern des Organismus wirkenden, unorganische die von Aussen an die Nerven herantretenden, mechanischen, chemischen, elektrischen.

Die Nervenreize, welche Empfindungen hervorrufen, thun dies nur so lange, als der von ihnen getroffene Nerventheil in ununterbrochenem Zusammenhange mit Gehirn und Rückenmark steht. Werden sie über ein gewisses Maass hinaus angewendet, so haben sie nicht nur die Erscheinungen der Empfindung, sondern auch eine Veränderung der Empfindungsfähigkeit zur Folge. Diejenigen Reize, welche auf Muskelnerven applizirt Zuckungen erregen, wirken auch dann noch, wenn der affizirte Nerv schon von seinem Zentralorgan getrennt ist. Dagegen muss zwischen der gereizten Nervenstelle und dem betreffenden Muskel die Verbindung unversehrt sein. Die Muskelkontraktionen erfolgen auch noch nach dem Tode, so lange nämlich die Nerven ihre Reizbarkeit behalten.

Mechanische Reize bewirken sowohl Empfindungen, als Muskelkontraktionen. In Bezug auf die letzteren ist hinzuzufügen, dass in den dem Willen unterworfenen Muskeln die Zuckungen nur so lange dauern, als die Reizung anhält, während die vom Sympathicus versorgten Muskeln, z. B. des Darmkanals, des Uterus, des Herzens auf viel längere Zeit reagiren, als der Reiz einwirkt. — Eine heftige mechanische Reizung empfindender Nerven, die den Inhalt der Primitivfasern verletzt, hebt die Fähigkeit jener Nerven auf, an der vom Gehirn oder Rückenmark abgewendeten Seite der Verletzungsstelle noch ferner zu Empfindungen gereizt zu werden.

Wenn die Muskelnerven durch eine heftige mechanische Gewalt (Quetschung, Zerrung) verletzt werden, so verlieren sie die Fähigkeit, auf einen oberhalb der Verletzungsstelle angebrachten Reiz Zuckungen zu veranlassen. Indessen bleibt die Aufhebung der Reizempfänglichkeit auf den Ort der Verletzung beschränkt. Ein Reiz, auf der zentralen, oberen Seite der gequetschten Stelle eines Gefühlsnerven applizirt, erregt nach wie vor Empfindung; ein Reiz, auf der peripherischen, unteren Seite der gleichen Stelle eines Muskelnerven einwirkend, erzeugt Zuckungen. Nur wenn ein Nerv in seiner ganzen Länge gezerrt wird, kann er ganz und gar seine Reizempfänglichkeit verlieren.

Thermische Reize. Eine sehr hohe Temperatur erregt Schmerzen und Muskelkontraktionen. In dem Maasse, als der einwirkende Wärmegrad vermindert wird, nehmen auch die genannten Folgen ab, bis sie bei gemässigter Temperatur vollkommen verschwinden. Eine weitere Verminderung der Wärme aber hat wiederum Schmerzen und Zuckungen zur Folge. Die Wärme verhält sich demnach zu den Nerven anders, als die übrigen Reize, die keine negative Skala der Einwirkung besitzen und deren Wegfall ohne Einfluss auf die Nerven bleibt. Auf einer bestimmten Höhe verharrend, ist sie eines von den Agentien, durch welche die Nerven überhaupt zur Funktionirung geschickt gemacht werden, und bringt in diesem Falle keine merklichen Veränderungen der Nerventhätigkeit hervor. Ueberschreitet sie jedoch diesen Grad diesseits oder jenseits, so veranlasst sie, gleich den mechanischen Reizen, auffallende Nervenaktionen, die bis zur Zerstörung der Nervenkraft führen können. Eine rein örtliche Verletzung der Nerven durch grosse Hitze- oder Kältegrade lässt, wie die örtliche mechanische Einwirkung, die Reizbarkeit in den anderen Theilen des Nerven unversehrt, zwischen der verletzten Stelle und den Zentralorganen bei den empfindenden, zwischen derselben und dem Muskel bei den Bewegungsnerven. Eine allmälige Erhöhung oder Erniedrigung der Wärme, die freilich auch einen gewissen Grad nicht wird überschreiten dürfen, kann die Nervenreizbarkeit für einige Zeit suspendiren, wie dies z. B. der Winter- und Sommerschlaf mancher Thiere zeigt. Auf die Energie der Sinnesnerven haben Wärme und Kälte keinen merkbaren Einfluss.

Von den chemischen Reizen wirken bei Weitem die meisten auf die empfindenden, weniger auf die bewegenden Nerven. Fast alle mineralischen und Pflanzensäuren, die Alkalien, die meisten Salze, Alkohol, Aether, ätherische Oele veranlassen die sensiblen Nerven zu Empfindungen, während z. B. mineralische Säuren, Sublimat, Alkohol auf die Muskelnerven applizirt, keine Zuckungen hervorrufen. Alkalien dagegen (besonders Kali causticum) haben oft die heftigsten Zuckungen zur Folge, ebenso erregen Arsenik und Brechweinstein, auf motorische Nerven applizirt, Kontraktionen der entsprechenden Muskeln.

Der elektrische Reiz wirkt wie der mechanische und chemische. Der Nerv antwortet darauf mit Empfindung und Muskelkontraktion. Ein einfacher und zugleich der sicherste galvanische Versuch ist folgender: Wird ein Froschschenkel oder irgend ein anderer muskulöser Theil eines Frosches oder eines frisch getödteten anderen Thieres vom Rumpfe abgelöst, die Muskeln von den häutigen Theilen befreit und der Nerv frei herauspräparirt, so dass er durch seine Aeste mit den Muskeln noch organisch zusammenhängt, der so präparirte Schenkel auf eine isolirende Glasplatte gelegt und zwei heterogene Metallplatten, z. B. Zink und Kupfer, unter sich und zugleich mit dem Muskel und Nerven in Berührung gebracht, so erfolgt im Moment der Schliessung, oft auch bei der Trennung dieser Kette eine Zuckung des Muskels. Diese erfolgt auch, wenn beide Metalle, unter sich in Kontakt stehend, den Nerven zugleich berühren, oder wenn beide den Muskel allein berühren (Müller). Die einfacheren galvanischen Versuche an Fröschen erfordern eine grössere Reizbarkeit derselben und haben darum nicht jedesmal Erfolg. Unter günstigen Bedingungen gelang es Humboldt, Pfaff und Müller, Zuckungen im Froschschenkel zu erregen, wenn blos der Nerv mit einem einzigen homogenen Metalle berührt wurde. Hier war demnach gar keine kettenartige Verbindung vorhanden und man muss den Erfolg daraus erklären, dass in dem einen Metalle, obwohl es scheinbar homogen ist, doch chemische Unterschiede obwalten, die zu einer sich bei Berührung des Nerven entladenden elektrischen Spannung führen, oder dass der Wärmeunterschied zwischen der den Nerven berührenden und der in der Hand gehaltenen Seite des Metallstückes diese Wirkung hervorbringt.

Ebenfalls bei grösserer Reizbarkeit der Frösche gelingt es, Zuckungen des Froschschenkels zu erregen, wenn die Glieder der Kette blos heterogene thierische Theile sind. Müller näherte mittelst eines isolirenden Stäbchens den heraushängenden Stamm des Schenkelnerven der nassen Oberhaut des Unterschenkels und bewirkte sowohl bei der Berührung, als auch wenn er den Nerven wieder abzog, eine Zuckung. „In diesem Falle — fährt er fort — bestand die Kette aus heterogenen Substanzen, nämlich aus Nerve, Muskel und Haut. Zwei von diesen kann man als Elektromotoren, den dritten als Leiter betrachten. Es entsteht ein elektrischer Strom und die Nervenkraft des Nerven ist das Reagens oder das Elektrometer, indem sie, in Folge des elektrischen Stromes gereizt, Zuckungen erregt. — Sind die Elektromotoren blosse Metalle, so sind die organisch verbundenen Nerve und Muskel Leiter und Elektrometer zugleich; Leiter, weil Nerve und Muskel nass sind; Elektromotoren, weil die Nervenkraft in Folge des Reizes des elektrischen Fluidums Zuckungen erregt."

Zur Schliessung der Kette zwischen Nerv und Muskel kann man sich, ausser feuchter lebender Materie, auch todter und selbst faulender thierischer Theile bedienen. Desgleichen gelingen die Versuche auch, wenn man den Schenkelnerven, der am Unterschenkel heraushängt, in ein Schälchen mit Blut oder Wasser legt und das Wasser und die Oberschenkelmuskeln mit einem Stücke frischen oder faulenden Muskelfleisches verbindet.

Die Einwirkung der Reize, insofern sie materielle Veränderungen in den Nerven hervorruft, kann, wie bereits angedeutet, diese Fähigkeit zur Reaktion, die Reizbarkeit in denselben verändern. Jede Antwort des Nerven auf einen Reiz erfordert einen Aufwand der in ihm vorhandenen Kräfte, und je gewaltsamer oder je länger anhaltend die Reize einwirken, desto eher erschöpft sich dieser Kräftevorrath. Die Erregung innerhalb der natürlichen Lebensfunktionen ist nie so gross, dass der durch sie hervorgebrachte Kräfteverlust nicht durch die fortwirkende Ernährung und Wiedererzeugung wieder ausgeglichen würde. Aber ebenso wie Uebertreibung der Muskel-, der Geschlechtsaktionen u. dergl. Erschlaffung herbeiführt, so werden auch, bei fortdauernder Galvanisation, chemischer, mechanischer Reizung u. s. w., die Reaktionen der

Nerven schwächer und schwächer, bis sie endlich aufhören, und es vergeht längere oder kürzere Zeit, bis durch Kontakt mit dem Blute die Nerven von Neuem zur Reizung fähig gemacht werden. Eine unmittelbare Vernichtung der Reizbarkeit ohne vorgängige gesteigerte Erregung erfolgt, wenn die organische Verbindung der Nervenelemente plötzlich aufgehoben wird. Der Blitz, die Zerquetschung des Nerven, die Aetzung desselben u. dgl. wirken in dieser Weise. Die Narkotika alteriren ebenfalls die materielle Zusammensetzung der Nerven, und um so mehr, in je grösseren Gaben sie angewendet werden, obwohl freilich die materielle Veränderung nicht sinnlich wahrgenommen werden kann, und ein durch Narkotisation getödteter Nerv ganz so aussieht, wie ein gesunder. „Stellt man sich vor", heisst es bei Volkmann über diesen Gegenstand, „dass alle organische Thätigkeit auf einer Molekularbewegung beruhe, und nehmen wir an, dass alle Reize durch Erzeugung von Molekularbewegung wirken, so könnte man diese Fälle (von Zerstörung der Nerventhätigkeit durch organische Gifte) durch die Hypothese erklären, dass es Reizmittel gebe, welche Bewegungen produziren, die den schon vorhandenen entgegengesetzt sind, woraus Bewegungslosigkeit, also Tod hervorgeht.

Durch vielfache Versuche ist es erhärtet, dass die allgemeine Wirkung der narkotischen Gifte durch das Blut geschieht, das, wenn es vergiftet ist, die Zentralorgane narkotisirt. Die örtliche Narkotisirung eines Nervenstückes bringt nur dann allgemeine Wirkungen hervor, wenn dasselbe nicht isolirt und eine Aufsaugung des Giftes durch das Blut möglich ist. Ist aber das Nervenstück isolirt, so bleibt die Narkotisation auf dasselbe beschränkt und verbreitet sich weder auf das Zentralorgan, noch auf die untenliegenden Aeste.

Die sensiblen und motorischen Nerven.

Charles Bell (1811) machte die wichtige Entdeckung, dass nur die Reizung der vorderen Nervenwurzeln des Rückenmarks Bewegung, und nur die der hinteren, mit Ganglien versehenen, Schmerzempfindung hervorrufe. Magendie bestätigt Bells Erfahrung durch die Beobachtung, dass nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln die Empfindung und nicht

die Bewegung, nach Durchschneidung der vorderen dagegen die Bewegung und nicht die Empfindung verloren ging. Strychnin, das bei gesunden Thieren Muskelzuckungen erregt, blieb nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln ohne Wirkung, während trotz der Durchschneidung der hinteren die Zuckungen eintraten. Joh. Müller stellte durch seine Versuche an Fröschen, Panizza und Valentin durch die an Säugethieren Bells Axiom ausser Zweifel. Was die Hirnnerven betrifft, so ist es noch nicht gelungen, wie bereits oben erwähnt, ihre Wurzeln bis zu den vorderen oder hinteren Strängen des Rückenmarks zu verfolgen. Auch stehen hier die Wurzelganglien in keiner Beziehung zu der motorischen oder sensiblen Funktion der entsprechenden Nerven. Die Sinnesnerven haben keine Ganglien und gewisse motorische Nerven besitzen deren (Volkmann). Auch das ist unentschieden, ob die unbewussten Perzeptionen ebenfalls nur von den hinteren und die Bewegung nicht muskulöser Theile (z. B. die Thränenabsonderung bei Gemüthsbewegungen) nur von den vorderen Wurzeln ausgehen.

Die sensiblen Nervenfasern agiren zentripetal, die motorischen zentrifugal. Man hat nun darüber gestritten, ob der spezifische Unterschied ihrer Thätigkeit in der Verschiedenheit der Natur ihrer Fasern liege oder nicht. Valentin (*Lehrb. d. Phys.*, II, 583) gibt darauf folgende Antwort: „Diese Nervenätheroscillationen, welche sich bis zu dem peripherischen oder dem zentralen Ende der Primitivfaser fortpflanzen, sind an und für sich noch keine spezielle Energie, noch keine Empfindung oder Bewegung. Sie wirken vielmehr nur als Reiz, welcher die eigenthümlichen Thätigkeiten der ihnen entsprechenden Endgebilde hervorruft. Stossen sie daher, den anatomischen Verhältnissen ihrer Fasern entsprechend, sobald sie in zentrifugaler Richtung fortgehen, auf Muskelfasern, so werden diese zur Zusammenziehung angeregt. Treffen sie dagegen, wenn sie in zentripetalem Gange vorwärts schreiten, ihre entsprechenden Nervenkörper im Gehirn, so wird je nach Verschiedenheit der Theile eine sensuelle oder sensible Auffassung bedingt. Wenn daher nach Entfernung der grauen Substanz der Gehirnhemisphären die Empfindung und das Selbstbewusstsein mangeln, so ist dieses nur das Gleiche, wie wenn eine motorische Faser nach Zerstörung der Muskeln

keine Zusammenziehung mehr bedingt. Die korrespondirenden Nervenkörper verhalten sich daher wie die peripherischen Organe. Beide spezialisiren erst nach ihren individuellen Verhältnissen die Wirkungen der Nervenätheroscillationen, welche sich zu ihnen fortpflanzen.“ Bidder hat zur Erledigung der hier behandelten Frage den scharfsinnigen, aber leider misglückten Versuch angestellt, den sensiblen N. lingualis und den motorischen N. hypoglossus nach ihrer Durchschneidung in der Weise zusammenzuheilen, dass das zentrale Ende des ersteren mit dem peripherischen des letzteren sich verbinden sollte. Immer aber verbanden sich im Regenerationsprozesse die analogen Nervenenden, statt der differenten.

a) Die sensiblen Nerven.

Von den Ursachen, die der bekannten gradweisen Verschiedenheit der Empfindungen zu Grunde liegen, lassen sich nur wenige nachweisen. Die allgemeinste ist die Stärke des Reizes, der gemäss auch die Intensität der Empfindung ausfällt. Ferner wird die letztere in dem Maasse erhöht, als der Reiz verbreitet ist, d. h. als die Menge der sensiblen Fasern bedeutend ist, die an dem Empfindungsakte theilnehmen. So wird dasselbe Licht um so lebhafter empfunden, je weiter die Pupille ist. Die Wärmegrade zweier Flüssigkeiten unterscheidet man um so genauer, je grösser die Hautfläche ist, die man eintaucht (Weber). Dagegen lässt sich kaum nachweisen, warum die verschiedenen Thiere, warum die Menschen in den verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung, warum in demselben Momente verschiedene Theile desselben Menschen auf dieselben Reize ein sehr ungleiches Empfindungsvermögen offenbaren.

Die Schärfe der Empfindung, oder das Vermögen, zwei gleichzeitige Reize eben als zwei zu unterscheiden, scheint davon abzuhängen, wie viele Primitivfasern sich in dem gereizten Theile verbreiten. Nach Webers Versuchen werden z. B. zwei Zirkelspitzen, die näher als eine halbe Linie aneinander auf die Haut aufgesetzt werden, an keiner Hautstelle wirklich als zwei empfunden. Am schärfsten fühlten die Zungen- und Fingerspitzen, wo die in einer Entfernung von ½ Linie aufgesetzten Zirkelspitzen schon nicht mehr zu

einem einzigen Eindruck verschmolzen. Auf dem Rücken der Zunge mussten zu diesem Ende die Spitzen bereits 2 Linien Distanz haben, und so fort bis längs der Wirbelsäule, und in der Mitte der Arme und Schenkel eine Entfernung von 30 Linien nöthig war, um eine doppelte Reizempfindung hervorzubringen (s. u. Tastsinn).

In Bezug auf das Verhältniss zwischen den sensiblen Nervenstämmen und ihren Aesten gelten folgende Gesetze.

Reizt man den Stamm eines sensiblen Nerven, so wird der Reiz in allen Theilen empfunden, die von diesem Stamme Aeste erhalten, während die Reizung eines Zweiges nur in dem Theile Empfindung erregt, in dem er sich verbreitet. Ein Stoss an den Ellenbogennerven, der Druck auf den Achselnerven beim Gebrauch von Krücken oder auf den Kniekehlennerven beim Uebereinanderschlagen der Beine, erregt das Gefühl von Ameisenkriechen in allen resp. Zweigen. Es findet hier dieselbe peripherische Leitung des Reizes statt, wie bei den motorischen Nerven, nur mit dem Unterschiede, dass die Verbindung der gereizten Stelle mit dem Gehirn nicht unterbrochen sein darf. — Wenn zwei oder mehrere Nervenbündel Anastomosen ihrer Scheiden eingehen und man reizt oder lähmt die eine oder die andere Wurzel der Anastomose, so bleiben alle diejenigen peripherischen Fasern intakt, die nicht von der affizirten Wurzel stammen. Ebenso zeigt sich die Empfindung an verschiedenen Stellen der Peripherie, wenn man die verschiedenen Seiten eines Nervenstammes reizt. Z. B. je nach der Seite, an welcher man den N. cubitalis drückt oder zerrt, tritt das Prickeln bald am vierten, bald am fünften Finger, bald in der Hohlhand, bald auf dem Handrücken ein (Müller). Diese Thatsachen sind Beweis und Folge von der Isolation der einzelnen Nervenfasern. Zugleich sind sie Belege für das Gesetz der sogenannten peripherischen Reaktion, d. h. für das Gesetz, nach welchem alle Reize, die eine Nervenfaser an irgend einer Stelle ihres Verlaufes treffen, an ihrem peripherischen Ende empfunden werden. Zur Verdeutlichung dieses Gesetzes diene noch die Anführung folgender Beobachtungen. Während einer Amputation werden bei der Durchschneidung der Nerven die heftigsten Schmerzen scheinbar in dem abzuschneidenden Gliede empfunden, durch

welchen sich die durchschnittenen Nerven verbreiten. Unmittelbar nach der Operation kehren diese Erscheinungen wieder. Entzündet sich der Stumpf, so klagen die Kranken über dieselben Schmerzen im abgenommenen Gliede, um derentwillen die Operation unternommen worden war. Kalte Umschläge um den Stumpf erregen ihnen das Gefühl, als würden die Enden des abgenommenen Körpertheils der Kälte ausgesetzt. Diese Integritätsgefühle erhalten sich endlich das ganze Leben hindurch. Drückt man den längst vernarbten Amputationsstumpf, so entsteht nicht nur ein örtlicher Schmerz, sondern derselbe schiesst auch längs des fehlenden Gliedes hinab. Einen andern Beleg für das Gesetz der peripherischen Reaktion bietet die sogenannte Anaesthesia dolorosa. Hier entstehen oft die heftigsten Schmerzen in vollkommen gelähmten Gliedern. Während die gewaltsamsten äusseren Reize keine Empfindung hervorzurufen im Stande sind, bringen innere (meist durch Druck auf den Nervenstamm veranlasste) Irritationen die schmerzhaftesten Gefühle in dem unempfindlichen Theile hervor. Hierauf beruht auch die durch unzählige Erfahrungen bestätigte Thatsache, dass bei Neuralgien die Durchschneidung des Nerven nutzlos ist, wenn die Schmerzen oberhalb der Durchschneidungsstelle ihre Veranlassung haben. Angenommen eine Prosopalgie habe ihre Ursache an der Schädelbasis und man durchschnitte den N. infraorbitalis oder N. mentalis, so würde die Gesichtshaut gegen äussere Reize unempfindlich werden und dennoch die neuralgischen Schmerzen behalten. Die von den Meisten acceptirte Erklärung dieser Erscheinung gibt Valentin (*Lehrb. d. Phys.*, S. 608 u. 609) in folgenden Worten: „Wir wissen, dass die Primitivfasern der einzelnen Körperorgane nach dem Gehirn verlaufen. In diesem Zentralwerkzeuge hat jeder Theil seinen Repräsentanten. Es bildet auf irgend eine uns noch unbekannte Art den Abdruck aller Körperorgane. Denn nur hierdurch kann jeder von ihnen der Einwirkung unseres Bewusstseins unterworfen bleiben. Erfolgt an einer bestimmten Stelle des Gehirns eine Veränderung, welche eine Nervenfaser der grossen Zehe affizirt, so wird die Wirkung in diesem peripherischen Theile, als dem symmetrischen Komplementarstücke aufgefasst. Sie ist daher die gleiche, es möge die zentripetal fortgeführte Anregung in der Nähe ihres peripherischen Endes oder an einer Stelle

ihres Verlaufes oder im Gehirne selbst stattfinden. Daher die allgemeinen Aeusserungen des Gesetzes der peripherischen Reaktion. Wird der Fuss amputirt, so ändert dieses nicht die Verhältnisse der Zentraltheile, welche deshalb auch wie im ganz gesunden Zustande thätig bleiben, d. h. die Integration des verstümmelten Körpers bedingen. Wenn ein Mensch z. B. sein Bein wegen der schmerzhaftesten Kniekrankheit verloren hat, so fühlt er nicht nach seiner vollkommenen Heilung das Knie, sondern den Fuss. Man wird finden, dass die Perzeption des letztern oder der Hand bei allen Amputirten vorherrscht, und die Wahrnehmung des Unterschenkels oder Vorderarms, des Ellenbogens oder Kniegelenkes unter den gewöhnlichen Verhältnissen ausbleibt oder sehr schwach ist. Wahrscheinlich hängt dieses mit dem Maximum der Tastempfindlichkeit, welche der Hand und dem Fuss verliehen worden, und den diesem entsprechenden zentralen Einrichtungen zusammen."

Eine Ausnahme von dem oben erwähnten Gesetze der Isolation der Empfindungen bilden die Mitempfindungen. Es gibt ihrer einige physiologische und unzählige pathologische. Zu den ersteren gehören z. B. das Gefühl von Harndrang im Penis bei Ueberfüllung der Blase, der Kitzel in der Nase durch Sehen in helles Licht, auch gewisse allgemeine Empfindungen in Folge örtlicher Eindrücke, z. B. der Schauer, den wir empfinden, wenn wir auf Sand beissen oder Glas ritzen hören u. s. w. Beispiele krankhafter Mitempfindungen sind die Schmerzen in der Wange bei Zahnweh, das Ziehen in leidenden Zähnen beim Rasiren der Wange, das Jucken in der Eichel bei Blasensteinen, das Gefühl von Augendrücken, Heisshunger, Darmfülle bei Onanisten, die Empfindungen im Magen bei Leiden der Harn- oder Geschlechtsorgane. Scheinbar ganz von einander unabhängige Parthien des Organismus können durch solche Irradiation der Empfindungen mitleidend werden, wovon die über eine Menge von Organen verbreiteten Beschwerden der Hypochondristen und Hysterischen Beispiele liefern u. s. w. Es fragt sich, wie bei der anerkannten Isolirtheit der Primitivfasern die Mitempfindung zu Stande komme. Am einleuchtendsten ist es, diese Phänomene mit den später zu erwähnenden Reflexbewegungen in eine Linie zu stellen. Während hier innerhalb des Zentralorgans die Reizung eines

sensiblen Nerven auf einen motorischen überspringt, geht sie dort auf einen andern sensiblen über. Es ist hierbei nicht einmal die Voraussetzung nothwendig, dass in den sensiblen Nerven ausser den gesetzmässigen zentripetalen auch, wie in den motorischen Nerven zentrifugale Strömungen stattfinden müssten. Es wäre bloss nöthig, dass innerhalb des Gehirns und Rückenmarks ein Eindruck von einem Empfindungsnerven sich auf die Ursprungsstellen anderer Fasern fortpflanze, und die materielle Veränderung dieser Stellen würde nach dem, was oben über die peripherische Reaktion gesagt ist, genügen, um peripherisch eine Mitempfindung hervorzurufen. Müller erinnert bei dieser Gelegenheit an folgende Thatsache: Die Empfindung der Formikation in der äusseren Haut ist oft nur eine im Rückenmark selbst ihre Ursache habende Empfindung; ja diese Empfindung, wenn sie nicht durch Druck auf die Nerven selbst hervorgebracht wird, ist sogar ein fast konstantes Symptom aller Rückenmarksaffektionen, mögen sie vorübergehend sein, wie in der Epilepsie, oder dauernd, wie bei Neuralgia dorsalis und Tabes dorsalis. Dieser Empfindungen im Rückenmark wird man sich auch nicht dort bewusst, wo man sich die Lage desselben vorstellt. Das Ameisenlaufen findet bei Rückenmarkskrankheiten nicht im Laufe des Rückgrates statt, sondern eben in allen Theilen, zu welchen der verletzte Theil des Rückenmarks Nerven schickt. „Ebenso, fügt der genannte Physiologe hinzu, mag es auch wohl mit der Irradiation der Empfindungen sein.“ (Joh. Müller, *Handb. d. Phys.*, II, S. 605, 4. Aufl.)

b) Die motorischen Nerven

agiren stets zentrifugal. Reizt man einen Muskelnerven mechanisch-chemisch oder galvanisch, so entstehen nur Zuckungen in denjenigen Muskeln, die von der Reizungsstelle ab durch Zweige jenes Nerven versorgt werden, niemals in denjenigen, zu welchen die Zweige oberhalb der Reizungsstelle abgehen. Werden einzelne Bündel eines Nervenstammes gereizt, so zucken nur diejenigen Muskeln, deren Nerven in dem gereizten Bündel enthalten sind, und ebenso bleibt, wenn man eine Wurzel eines Plexus reizt, die Wirkung auf die von den Fasern dieser Wurzel versorgten Muskeln beschränkt. Alle diese

Thatsachen sind Belege dafür, dass die Primitivfaserbündel, die in einen Stamm treten, daselbst vollkommen isolirt wirken. Die Isolirung der motorischen Nervenfasern geht so weit, dass durch den Willen auch einzelne Theile desselben Muskels (z. B. die Portionen der Flexores und der Extensor comm. digitorum, die Stücke der Sphinkteren der Augenlieder und des Mundes) zu gesonderten Zusammenziehungen angeregt werden können.

Wie die sensiblen Nerven ihre Mitempfindungen, so haben die motorischen ihre Mitbewegungen. Beispiele davon sind ausserordentlich häufig. Gleichartige symmetrische Muskeln gerathen leicht in homogene Bewegungen. Viele Menschen können das eine Auge nur nach besonderer Uebung ohne das andere schliessen und müssen sich daher, wenn sie z. B. durch ein Mikroskop sehen wollen, eines von beiden mit den Fingern zuhalten. Wer die Nasenflügel hebt oder senkt, runzelt dabei die Stirn. Die Bauchmuskeln beider Seiten, die Dammuskeln werden fast immer zu gleicher Zeit bewegt, wenn auch der Wille nur auf einen einzigen gerichtet ist. An den Mitbewegungen der Iris ist ersichtlich, dass auch die unwillkürlichen Muskeln diesem Gesetze gehorchen. Bei jeder Veränderung der Pupille auf dem einen Auge, geschieht dieselbe auf dem andern, selbst dann noch, wenn dieses schon erblindet ist. Bei den beiderseitigen Augenmuskeln geschieht die Mitbewegung weniger nach der anatomischen Symmetrie, als nach dem physiologischen Zusammenwirken. Mit dem M. rectus externus des einen Auges bewegt sich der Rectus internus des andern. Ja es gelingt kaum dem angestrengtesten Willen, die Recti externi zugleich zu kontrahiren, während dies bei den Rectis int. sehr leicht ist. Ueber den der Mitbewegung zu Grunde liegenden Vorgang heisst es bei Müller (a. a. O. S. 589): „Da die Primitivfasern aller willkürlichen Nerven in den Zentraltheilen zuletzt sammt und sonders explizirt werden, um dem Einflusse des Willens unterworfen zu werden, so kann man sich die Anfänge aller Nervenfasern willkürlicher Nerven gleichsam wie die Tasten eines Klaviers vorstellen, welche der Gedanke spielt oder anschlägt, indem er die Strömung oder Schwingung des Nervenprinzips in einer gewissen Anzahl Primitivfasern und dadurch Bewegung veranlasst. Am Ursprung dieser Fasern muss die Leitung der Hirnsubstanz die

gleichzeitige Affektion naheliegender Primitivfasern erleichtern, so dass es der Intention des Willens schwer wird, sich auf einzelne Primitivfasern zu beschränken. Diese Fähigkeit der Isolation wird aber durch Uebung erlangt, das heisst, je öfter eine gewisse Zahl Primitivfasern der Intention des Willens ausgesetzt wird, um so mehr erhalten sie die Neigung, der Intention allein, ohne die nebenliegenden Primitivfasern zu gehorchen, um so mehr bilden sich gewisse Wege der leichteren Leitung aus. . . .“

Mitempfindungen und Mitbewegungen entstehen durch Nebenerregung einer gleichartigen Nervenaktion. Die Nebenerregung einer ungleichartigen Nerventhätigkeit heisst Reflexion. Die häufigere und bis jetzt sicher nachgewiesene Reflexion ist die Bewegung, welche nach Einwirkungen auf das Gefühl erfolgt. Die Reflexbewegung wird dadurch erzeugt, dass eine zentripetale Nervenströmung, die durch Reizung eines sensibeln Nerven entsteht, innerhalb des Zentralorgans Bewegungsfasern in Thätigkeit versetzt, so dass also ein Empfindungseindruck Muskelzuckungen nach sich zieht. Ein Beispiel von Reflexbewegung aus unserer täglichen Erfahrung bieten die unwillkürlichen Bewegungen des Lachens und Abwehrens, die das Kitzeln hervorruft. Andere hierher gehörige Beispiele sind: die Verengerung der Pupille nach Reizung der Retina durch starkes Licht oder nach mechanischer Irritation des N. opticus; die Brechbewegungen nach Reizung der Rachenschleimhaut, Niesen nach Reizung der Nasenschleimhaut. Gelähmte, die keinen Schmerz empfinden, ziehen dennoch oft die Füsse zurück, wenn diese gekitzelt werden u. s. w.

Sowohl um die Sichtung der hierhergehörigen Thatsachen, als um die theoretische Begründung derselben haben sich besonders Marshal Hall und Joh. Müller grosse Verdienste erworben. Sie waren die ersten, welche die Reflexerscheinungen unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt brachten und die wichtige Rolle, die dabei dem Zentralorgane zukommt, hervorhoben.

Die reflektorischen Erscheinungen unterscheiden sich von denen der einfachen Muskelreizbarkeit dadurch, dass die letzteren mittelst eines Reizes hervorgerufen werden, der den motorischen Nerven trifft und durch diesen direkt auf den ent-

sprechenden Muskel übertragen wird, während bei den Reflexbewegungen, wie bereits angedeutet, der Reiz einen Bogen beschreibt, zunächst nach Innen und dann erst sekundär nach Aussen geht. Ferner unterscheiden sich beide Arten der Bewegung wesentlich darin, dass die Reflexbewegungen mechanisch zweckmässig kombinirt sind, die einfachen Reizbewegungen nicht. Durch Reizung motorischer Nerven, z. B. eines Cruralis, entsteht nur ein Tumult regelloser und sich unter einander widersprechender Bewegungen, nie aber ein Zusammenwirken analoger Muskeln und noch viel weniger eine zweckmässige Kombination verschiedener Muskelgruppen in passender Zeitfolge (Volkmann). In einer Reflexbewegung dagegen unterstützen sich die gleichzeitig wirkenden Muskeln in Hervorbringung einer Flexion, Extension u. s. w., und die nach einander thätigen wirken in dem Sinne weiter, dass das Gesammtresultat eine mehr oder weniger regelmässige Ortsbewegung ist. Diese Zweckmässigkeit der reflektorischen Erscheinungen könnte vermuthen lassen, dass hierbei Bewusstsein und Wille thätig seien. Aber einestheils kommen diejenigen Reflexaktionen, welche durch Vermittelung des Rückenmarks bewirkt werden, ebenso gut bei enthaupteten Thieren, als bei denen mit unversehrtem Gehirn zu Stande, andererseits „regulirt nicht einmal bei willkürlichen Bewegungen die Seele den motorischen Vorgang, denn sie kennt weder die Nerven, noch die Muskeln, auf deren Benutzung es ankommt, sie gibt nicht mehr als einen Anstoss her, aus dem etwas Geregeltes desshalb hervorgeht, weil das Gestossene so geordnet ist, dass es sich ordnungsmässig bewegen muss“ (Volkmann). Bei den Reflexbewegungen nun geht nicht einmal jener Anstoss von der Seele aus; ja man kann behaupten, dass die Reflexaktionen um so vollständiger von Statten gehen, je weniger die Möglichkeit einer Willenseinmischung vorhanden ist. Enthauptete Thiere liefern — wenn nur die erste Erschöpfung nach der Operation vorüber ist — weit lebhaftere Reflexerscheinungen, als unversehrte. Die Lach- und Abwehrbewegungen, die das Kitzeln erregt, können durch den Willen unterdrückt werden. Bestimmte Hautbezirke haben ihre bestimmte Art reflektorischer Nachwirkung, woraus nicht minder die mechanische Natur des Prozesses hervorgeht.

Die Gesetze, welche für die Reflexbewegungen gelten, sind folgende:

Die Reflexerscheinungen kommen nur dann zu Stande, wenn die Leitungsbahnen in natürlichem Zusammenhange sind. Es müssen also diejenigen Nerven, die den Reiz nach Innen, diejenigen, die ihn sekundär nach Aussen leiten, sowie das entsprechende Stück des Rückenmarks unversehrt sein. In Bezug auf letzteres haben Versuche erwiesen, dass die volle Integrität des Rückenmarks zur Hervorbringung von Reflexbewegungen nicht erforderlich ist. Wenn man nämlich das Rückenmark durch Querschnitte in mehrere Stücke theilt, so ist in jedem Stücke noch für die in ihm sich begegnenden sensiblen und motorischen Faserwurzeln das Prinzip der Reflexion enthalten. Nur diejenigen Theile, die in unmittelbarer Nähe der Verletzungsstellen liegen, scheinen die Fähigkeit der reflektorischen Reaktion zu verlieren. Es lassen sich auf diese Weise der Körper einer Schlange, der Schwanz einer Eidechse in eine Reihe von Abschnitten theilen, ohne dass eins von den Bruchstücken, der einfachen Nervenverbreitung wegen, seine Reflexthätigkeit aufgibt (Valentin). — Unvollständige Querschnitte durch das Rückenmark, sofern sie nur in der Mitte eine Zwischenbrücke grauer Masse unversehrt lassen, verhindern nicht, dass sich die Reflexaktion der Länge nach durch diese Brücke fortpflanzt. Liegt z. B. ein solcher unvollständiger Querschnitt zwischen den oberen und unteren Extremitäten eines Frosches, so kann die Reizung einer Empfindungsfaser eines Vorderbeines alle vier Füsse in Reflexbewegung versetzen. Ein Längsschnitt durch das Rückenmark hebt die Querleitung, aber nicht die Längsleitung der Reflexaktion auf. Schneidet man das Rückenmark eines enthaupteten Frosches in der Mittellinie durch, so erregen z. B. Empfindungsreize auf der Haut des rechten Vorderbeines Reflexbewegungen, nicht aber in dem linken. Rückt man mit dem Längsschnitt seitwärts weiter, so bleibt die Möglichkeit der Längenleitung auf beiden Seiten so lange vorhanden, als der Schnitt noch durch die graue Substanz geht; sie erlischt auf derjenigen, wo der Schnitt nur durch die weisse Substanz geführt wird. Diese Beobachtung mit der andern zusammenstellend, dass viele zentrale Empfindungs- und Bewegungsfasern in der weissen Substanz mehr oder minder nahe neben einander ver-

laufen, schliesst Valentin, dass sich die Erregungen der zentralen Primitivfasern nicht unmittelbar mittheilen, sondern dass die sich dem freien Auge grau darstellende Masse des zentralen Nervensystems mitwirken muss.

Die gänzliche Entfernung des Rückenmarks hebt die Reflexbewegungen der Rückenmarksnerven, die des verlängerten Markes und des Gehirns die Reflexbewegungen der Hirnnerven auf.

Wie in der Sphäre der willkürlich bewegten Muskeln, so lassen sich Reflexerscheinungen auch in und von unwillkürlich bewegten Theilen erregen. Reizungen der peripherischen Enden sympathischer Zweige bringen im Bereiche von Zerebrospinalnerven, Reizungen sensibler Zerebrospinalnerven im Bereiche des Sympathicus reflektorische Phänomene hervor. Ein starker Druck auf den Darmkanal eines enthaupteten Frosches kann lebhafte Zuckungen der Extremitäten zur Folge haben. Bei ätherisirten Fröschen, bei denen ein Druck auf die Zehen in den willkürlich bewegten Muskeln keine Reflexaktion mehr hervorruft, erfolgen auf jenen Reiz zuweilen noch Zusammenziehungen des Darmkanals oder Pulsationen des Herzens, das bereits zu schlagen aufgehört hatte.

Wie die Muskelhaut der Eingeweide, wird auch die der Drüsengänge in Reflexbewegung versetzt. Irritation der Konjunktiva erregt Thränenfluss, Reizung der Mundschleimhaut vermehrte Speichelaussonderung, Reibung der Eichelhaut Ejakulation des Samens u. s. w.

Einfluss der Nerven auf die vegetativen Prozesse.

Der Einfluss der Nerven auf die Blutvertheilung, die Sekretionen, die Ernährung, so sehr er auch unter physiologischen und pathologischen Veränderungen hervortritt, und bei der Darlegung der vegetativen Funktionen bereits angegeben ist, ermangelt doch fast ganz der theoretischen Begründung. Gemüthsbewegungen vermögen die Gesichtsfarbe zu verändern. Hier, nimmt man an, bewirken die Nerven durch Verengerung der Kapillargefässe Blässe, durch Erweiterung Röthe. Demungeachtet gelingt es nicht, mittelst wiederholter elektrischer Schläge den Durchmesser der Kapillaren direkt zu verändern. Es scheint demnach, dass bei der vasomotorischen Nerven-

wirkung noch gewisse Nebenbedingungen obwalten, die bei der Muskelverkürzung nicht vorhanden sind. Unbekannt ist ferner der Antheil, den die Nerven an der Blutzufuhr zu den einzelnen Organen haben und in welcher Weise sie bei der Blutstockung, bei der Entzündung und Ausschwitzung mitwirken.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, dass Gemüthseindrücke auf die Absonderungen Einfluss haben. Der Anblick angegenehmer Speisen macht den Mund wässerig, Betrübniss erzeugt Thränen-, Aerger Gallenergüsse. Die Gemüthsbewegungen der Säugenden verändern die Milch. Ob hier, z. B. in letzterem Falle, eine Entmischung eintritt, wie sie ein galvanischer Strom bewirkt, ob in den andern Fällen eine Veränderung der Porosität des Drüsengewebes die nächste Ursache der übermässigen Absonderung ist, oder welche Vorgänge sonst stattfinden, ist unerwiesen.

In Betreff der Ernährung sind die bezüglichen Erscheinungen zuweilen widersprechend. Gelähmte Gliedmaassen findet man in einem Falle abgemagert, in einem andern, vermöge ihres reichen Fettgehaltes, gut abgerundet. Doch ist durch Versuche festgestellt, dass Lähmungen der Nerven die Widerstandskraft der betreffenden Gewebe aufheben. Durchschneidet man den Hüftnerven eines Hundes, so läuft sich das Thier nach einiger Zeit an der entsprechenden Ferse, d. h. an der Stelle, die einen fortdauernden Druck auszuhalten hat, wund. Es entstehen Geschwüre, die weiter in die Tiefe dringen. Nach Durchschneidung der grösseren Wurzel des N. trigem. bilden sich an denjenigen Stellen der Lippen, die das Thier an die eingenommenen Bissen drückt, Schörfe und Geschwüre. Ebenso ist bei Menschen, denen wegen eines Neuroms ein Stück des Hüftnerven ausgeschnitten wurde, beobachtet worden, dass die gedrückten Stellen exulzerirten, dass schon eine geringe Temperaturerniedrigung Frostbeulen hervorbrachte u. s. w. Der Decubitus Schwererkrankter bietet eine analoge Erscheinung. Die Horngewebe gelähmter Glieder zeigen oft auffallende Veränderungen. Nicht selten schilfert sich die Oberhaut ab, die Nägel wachsen zuweilen stärker und unregelmässiger. Kaninchen mit durchschnittenem Trigeminus (vgl. das Spezielle über den N. trig.) verlieren die Barthaare der entsprechenden Seite, Hunde mit durchschnittenem

Hüftnerven bekommen an dem gelähmten Fusse kahle Stellen (Valentin). Dagegen können in gelähmten Gliedern Geschwüre und Knochenbrüche ebensogut heilen, als in gesunden. Die Lähmung der Sinnesnerven hat nicht nothwendig eine Ernährungsstörung der ihnen zugehörigen Organe zur Folge. Die Unthätigkeit der motorischen Nerven bewirkt eine allmälige Abmagerung der von ihnen versorgten Gebilde.

Ueber die Ernährungseinflüsse des sympathischen Nerven sind im Ganzen nur wenige spezielle Versuche angestellt worden, was der versteckten Lage der meisten Abschnitte des Gangliensystems zuzuschreiben ist, die eine so grosse Verletzung erfordert, dass die Komplikation mit den Folgen der Verwundung oder der rasche Tod der Thiere die Versuche misglücken macht. Man weiss, dass die Ausrottung des Ganglion cervicale supremum Ernährungsstörungen im Auge hervorbringt, dass Entfernung der beiden ersten Brustganglien (bei Kaninchen) Ausschwitzungen im Herzbeutel veranlasst (Schiff, Bernard), dass nach Durchschneidung der Nierennerven der Harn blutig und albuminös wird u. A. m.

Von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Nerven.

1. Der Geruchsnerv (N. olfactorius). Er ist rein sensuell. Seine Durchschneidung veranlasste in Magendie's Versuchen an Säugethieren und Vögeln nicht die geringste Schmerzäusserung, dagegen vollständigen Verlust aller Geruchsempfindung. Indessen blieb die Sensibilität der Schneiderschen Haut, die durch Zweige des Trigeminus vermittelt wird, vollkommen unversehrt. Sehr flüchtige, ätzende Substanzen, mechanische Reize, von denen die Nasenschleimhaut getroffen wurde, erregten Niesen, Schmerzäusserungen u. s. w. Pathologische Erfahrungen an Menschen bestätigen ebenfalls, dass der N. olfact. keinen Antheil am Gefühl, der N. trigeminus keinen am Geruchssinne hat. Angeborner Mangel oder Zerstörung des N. olf. durch Geschwülste u. s. w. bewirken Verlust des Riechvermögens, während die Sensibilität der Schleimhaut erhalten bleibt und z. B. reines Wasser von ammoniakalischem beim Aufschlürfen gut unterschieden wird. Halblähmungen des N. olf. z. B. durch drückende Geschwülste bringen subjektive Geruchsempfindungen hervor.

2. Der Sehnerv (N. opticus). Wird er blossgelegt und mechanisch gereizt, so zeigt sich kein Zeichen von Schmerzempfindung. Dieselbe Unempfindlichkeit wohnt der Netzhaut bei. Die Durchschneidung des N. opticus veranlasst vollkommene Blindheit. Im Augenblicke der Operation zieht sich die Pupille eng zusammen und verharrt einige Zeit in diesem Zustande, der als ein Reflex auf den N. oculomotorius aufgefasst werden muss. Im Uebrigen wird mit dem Sehnerven auch die Iris gegen das Licht unempfindlich. Nur kommt es vor, dass sich durch Mitbewegung die Pupille eines amaurotischen Bulbus zusammenzieht, wenn das andere gesunde Auge von starkem Lichte getroffen wird. Auch Durchschneidung des N. trigeminus veranlasst Blindheit, aber nur allmälig und mittelbar, weil der N. trigeminus die Ernährungsvorgänge im Auge regulirt.

In amaurotischen Augen zeigt die Leichenuntersuchung gewöhnlich statt der Retina eine dünne Fasermembran oder eine andere exsudative Bildung, oder sie fehlt gänzlich. War aber die Blindheit nur durch Hornhauttrübungen, Katarakt, Verwachsungen der Iris u. s. w. veranlasst, so erscheint die Retina meist vollkommen gut erhalten, wie ja überhaupt der grösste Theil derselben auch im gesunden Auge in Unthätigkeit verharrt.

In dem Chiasma der Nn. optici findet eine theilweise Kreuzung der Nervenfasern statt. Nach Zerstörung des N. opt. diesseits des Chiasma wurden bald die gleichseitige, bald die andern, bald beide Wurzeln des letzteren atrophisch gefunden.

3. Der Augenmuskelnerv (N. oculomotorius). Nach Versuchen Valentins und Magendie's enthält dieser Nerv schon in seiner Wurzel Empfindungsfasern, nach den Versuchen Longets nicht. Volkmann ist der Meinung, dass die Schmerzensäusserungen der Thiere bei Durchschneidung des okulomotorischen Nerven von sensiblen Aesten des Trigeminus herrühren, die ihm beigemischt sind. Der Okulomotorius ist der Bewegungsnerv der geraden Augenmuskeln mit Ausnahme des äussern, des untern schiefen und des Levator palpebr. sup. Volkmann sah bei Reizung des dritten Paares im Gehirn von Säugethieren auch im oberen schiefen und im äusseren geraden Augenmuskel Zuckungen und ist geneigt, auch beim

Menschen Fasern des Okulomotorius in diesen Muskeln anzunehmen.

Durchschneidung des N. oculom. veranlasst im Momente der Operation eine Zusammenziehung der Pupille bis zur Kleinheit eines Stecknadelknopfes. Später erweitert sie sich wieder und erscheint dann vollkommen paralytisch. Lähmung des Okulom. veranlasst Ptosis und Strabismus externus. Nur die Mm. rect. ext. und obl. sup. vermögen noch das Auge zu bewegen. Die Pupille ist mässig erweitert, bleibt bei einfallendem starken Lichte unbeweglich, lässt sich aber doch durch Belladonna erweitern. Das Gesicht verliert bisweilen an Schärfe, auch kann Schief- und Doppeltsehen entstehen.

4. Der Rollmuskelnerv (N. trochlearis s. patheticus). Er erhält sensible Fasern vom N. trigem. beigemischt und hat wahrscheinlich keine eigene Sensibilität. Wird er an frisch geschlachteten Thieren gereizt, so entstehen nur im M. obliq. sup. und in keinem andern Muskel sonst Zuckungen.

5. Der dreigetheilte Nerv (N. trigeminus). Er entspringt mit einer grossen und kleinen Wurzel, von denen die erstere durch das Ganglion Gasseri hindurchtritt, die zweite an demselben vorbeigeht. Die Durchschneidung der grossen Wurzel erregt bei lebenden Thieren den heftigsten Schmerz, während zugleich die Empfindung in allen von ihm versorgten Theilen verschwindet. Diese sind: Die Gesichtshaut, die inneren Theile des Auges (Bindehaut, Iris, Thränenapparat), das äussere Ohr und wahrscheinlich auch die Schleimhäute des inneren Gehörganges, die Schleimhäute der Nase, der Stirnhöhlen, der Highmorshöhle, der Eustachi'schen Trompete, des Mundes und der oberen Schlundgegend, das Zahnfleisch, die Zähne, die vorderen zwei Dritttheile der Zunge. Durchschneidet man die kleine Wurzel, so entsteht auf der verletzten Seite Unfähigkeit zu kauen. Die Reizung der kleinen Wurzel erregt Zuckungen in den Mm. mylohyoideus, digastricus, temporalis, masseter, pterygoideus internus und externus. Vermuthet werden motorische Fasern des Trigeminus in den Mm. buccopharyngeus, mylopharyngeus, circumflexus palati, tensor veli palatini und tensor tympani. Der dreigetheilte Nerv anastomirt mit den Nn. oculomotorius, trochlearis, abducens, facialis, glossopharyngeus, vagus, hypoglossus, dem zweiten und dritten Halsnerven und dem Sympathicus. Alle Zweige des

ersten und zweiten Astes (R. ophthalmicus und maxillaris superior) des Trigeminus sind rein sensibel, da sie ganz aus der grossen Wurzel stammen, die des dritten Astes (R. max. inf.) können rein motorisch, rein sensibel oder gemischter Natur sein, da derselbe ausser der ganzen kleinen Wurzel des Trigeminus noch ein Bündel der grossen in sich aufnimmt.

Ist der ganze N. trigeminus gelähmt oder durchschnitten, so treten zunächst in den Sinnesorganen folgende Erscheinungen auf. Die Pupille ist paralytisch und bei einigen Thieren für immer verkleinert (Valentin). Die Konjunktiva ist gänzlich unempfindlich; keine noch so starke Berührung erregt Schmerz, Thränenfluss oder Schliessung der Augenlider. Dabei trübt sich die Hornhaut, die Konjunktiva wird roth und blennorrhoisch. Auch die Iris entzündet sich, die vordere Augenkammer füllt sich mit Exsudat, die Hornhaut exulzerirt, bricht auf, das Auge entleert sich und verschrumpft. Die Schleimhaut der Nase ist völlig gefühllos, während die Empfindlichkeit des äusseren Gehörganges nur stumpfer ist. Auf der Zunge und in der Mundhöhle ist alle Empfindungsfähigkeit erloschen. Reizende Stoffe bewirken keinen Speichelfluss mehr, Bissen, die im Munde liegen, werden nicht bemerkt. Dabei sind aber alle Sinnesenergien erhalten. Das Auge sieht, so lange nicht der Bulbus durch Entzündung zerstört ist, das Bittere wird vom Süssen unterschieden; Gehör und Geruch sind erhalten. — Andere Folgen der totalen Lähmung oder Durchschneidung des N. trigem. sind: Unempfindlichkeit der Gesichtshaut und Unbeweglichkeit der Kaumuskeln. Dabei keine Entstellung des Gesichts, kein Schielen, volle Herrschaft des Willens über die Gesichtsmuskeln und die Zunge. — Die vollständige Lähmung des Trigeminus ohne Gehirnaffektion und Mitleiden anderer Nerven ist höchst selten; häufiger ist die Paralyse einzelner Zweige.

6. Der äussere Augenmuskelnerv (M. abducens). Er ist, nach allgemeiner Annahme, rein motorisch und erhält die ihm beigemischten sensiblen Fasern vom Trigeminus. Er versorgt ausschliesslich den M. rectus externus und bei Thieren noch die Membrana nictitans. Seine überwiegende Thätigkeit veranlasst Schielen nach aussen, seine Lähmung Schielen nach innen.

7. Der Antlitznerv (N. facialis). Im Innern der Schädel-

höhle durchschnitten, zeigt er keine Empfindlichkeit (Valentin), wohl aber unmittelbar nach seinem Durchtritte durch das Foramen stylomastoideum, indem er im Canalis Fallopii sensible Fäden des N. trigem. und des N. vagus aufnimmt. Am Kopfe und Halse verbindet er sich auf das Innigste mit den in diesen Theilen verlaufenden sensiblen Fasern des Trigeminus. Nach seiner Durchschneidung geht die Beweglichkeit der Gesichtsmuskeln verloren. Er ist demnach der motorische Nerv des Gesichts, wie der Trigeminus der sensible ist. Im Einzelnen versorgt er sämmtliche Muskeln des Gesichts, des Ohres, den oberen Theil des Platysmamyoides, den hinteren Bauch des M. digastricus und den M. stylohyoideus. Die Chorda tympani erhält den grössten Theil ihrer Fasern vom Facialis, liefert die motorische Wurzel des Ganglion linguale und versieht von hier aus die Speicheldrüsen des Mundes und ihre Ausführungsgänge mit Bewegungsnerven. Ausser mit dem Trigeminus anastomosirt der Facialis mit dem Glossopharyngeus, Vagus, Accessorius, dem dritten und vierten Halsnerven und dem Sympathicus.

Ist einem Menschen der N. facialis einer Seite gelähmt, so kann er auf der entsprechenden Gesichtsseite nicht mehr die Stirn runzeln, das untere Augenlid heben, die Nase rümpfen, den Mund schliessen u. s. w. Die gelähmte Seite nimmt am minischen Ausdruck des Gesichtes keinen Theil, die gesunde wird durch das Uebergewicht ihrer Muskeln verzerrt. Das Auge kann sekundär in Entzündung gerathen, da der Kranke nur das obere Augenlid heben und senken, aber wegen Unbeweglichkeit des Orbicul. palpebr. das Auge nicht verschliessen kann. Auch die Inspiration ist in Folge der Lähmung des Nasenflügels und der einen Mundhälfte zuweilen beschwerlich, wenn die Kranken auf der gesunden Seite liegen. Das Kauen, sowie die Geschmacksempfindung, bleibt bei reiner Lähmung des Facialis ungestört. Die Speicheldrüsen zeigen sich gefüllt und entleeren sich durch Druck.

8. Der Hörnerv (N. acusticus). Physiologische, wie pathologische Erfahrung beweist, dass dieser Nerv rein sensuell ist. Seine Reizung an Thieren ruft weder Schmerzensäusserungen noch Muskelbewegungen hervor.

9. Der Zungenschlundnerv (N. glossopharyngeus). Die mechanische Reizung desselben unmittelbar nach seinem Durch-

tritte durch die Schädelbasis erregt bei Thieren keine Schmerzensäusserung und auch keine Bewegung. Indessen hat Volkmann auf Reizung der kleineren Wurzel dieses Nerven, innerhalb der Schädelhöhle Bewegung des M. constrictor fauc. med. und des Stylopharyng. gesehen, was jedoch Valentin nicht gelingen wollte.

Panizza, Valentin, Stannius, auf ihre Experimente an lebenden Thieren gestützt, halten den N. glossopharyngeus für einen rein sensuellen und für den ausschliesslichen Geschmacksnerven der Zunge, während der R. lingualis N. trigemini das Gefühl, der N. hypoglossus die Bewegung der Zunge vermittle. Die Durchschneidung der Nn. lingualis beider Seiten hatte nach Valentin den Erfolg, dass die Zunge den grössten Insulten ausgesetzt werden konnte, ohne die geringste Spur einer Reaktion, während das operirte Thier, wenn ihm Koloquinten und Chinin in den Mund gebracht wurden, den grössten Widerwillen zu erkennen gab und selbst Brechbewegungen machte. Die Durchschneidung der Nn. hypoglossi hatte zur Folge, dass die Zunge bei Neigung des Kopfes aus dem Munde vorfiel und nicht zurückgezogen werden konnte, dass das Thier sich in die eigene Zunge biss, vor Schmerz aufheulte und die Verletzung doch nicht vermeiden konnte. Bittere Stoffe verschmähte es, wie vorher. Endlich liess die Durchschneidung des Glossopharyngeus Gefühl und Bewegung unversehrt, während das Thier gegen bittere Stoffe gar nicht mehr reagirte. Nur musste der N. glossopharyngeus so hoch durchschnitten werden, dass sein oberster Schlundzweig nicht unverletzt blieb, da derselbe sonst beim Hinunterschlucken einer Koloquintenabkochung noch Geschmacksempfindung hervorrief. Andere Beobachter, wie Müller, Gurlt, Longet sind nicht zu so exklusiven Resultaten gelangt und schreiben die Geschmacksempfindung der gemeinschaftlichen Thätigkeit des N. glossoph. und ling. zu.

10. Der herumschweifende Nerv (N. vagus s. pneumogastricus). Eine Zeitlang hielt man den N. vagus und den eng mit ihm verbundenen N. accessorius für einen einzigen Nerven, der einem Rückenmarksnerven entspreche, in welchem jener die sensible, dieser die motorische Wurzel vorstelle. Genauere Versuche von Müller, Valentin, Volkmann u. A. haben indessen dargethan, dass der N. vagus neben den sen-

sibler auch ursprüngliche motorische Fasern enthalte. So wurden z. B. von Müller durch Reizung der Wurzelfäden des Vagus Zuckungen im Schlunde hervorgerufen. Volkmann sah auf dieselbe Operation bei verschiedenen Thieren Zuckungen der Mm. levator palati mollis, azygos uvulae, constrictor faucium supremus und infimus, des hinteren Gaumenbogens, der Mm. crico-thyreoideus, crico-arytaenoideus posticus und lateralis, und hyothyreoideus sowie der Speiseröhre erfolgen. Bischoff brachte durch Kneipen der Vaguswurzel bei einem frischgetödteten Hunde Bewegungen des Magens hervor.

Innerhalb des Ganglion jugulare vermischt sich der Vagus mit dem vorderen Aste des rein motorischen Accessorius und verläuft von hier ab mit diesem gemeinschaftlich.

Der N. vagus versorgt den äusseren Gehörgang mit Empfindungsfasern und vermittelt Gefühl und Bewegung im Schlunde. Von den Kehlkopfzweigen ist der obere vorwiegend motorisch. Ferner gehen Zweige des N. vagus zu den grossen Gefässen am Halse, zu den verschiedenen Organen der Brusthöhle, zum Magen; auch nehmen sie an den Lebergeflechten des Sympathicus Theil. Der Herzschlag steht still, wenn man in einem frischgetödteten und noch sehr empfänglichen Frosche einen der Herzäste des Vagus galvanisirt. Fährt man dagegen mit der Elektrisirung immer weiter fort, so fängt das Herz einige Zeit später wieder zu klopfen an. Reizung der Wurzeln des Vagus (oder des N. accessorius) führt im Wesentlichen zu denselben Resultaten (Weber, Budge). Ob die Innenfläche des Herzens durch den Vagus mit Empfindung ausgerüstet werde, ist durch Versuche nicht entschieden. — Lunge und Kehlkopf erhalten durch den herumschweifenden Nerven sensible und motorische Fasern. Hat man ihn beiderseits hoch am Halse durchschnitten, so entsteht auch auf die stärksten Insulte der Trachealschleimhaut kein Husten.

Um den motorischen Einfluss des zehnten Paares auf die Lungen zu prüfen, hat Volkmann einen scharfsinnigen Versuch angestellt, den er mit folgenden Worten beschreibt: „Bei geköpften Thieren binde ich einen Tubulus in die Luftröhre ein, welcher sich nach Aussen zuspitzt und mit einer ziemlich feinen Oeffnung mündet. Bringe ich nun vor dieser Oeffnung ein Licht an und galvanisire den Vagus, so entsteht mit jeder Reizung des Nerven eine plötzliche Beugung der Flamme, ja

in einem Experimente wurde sie sogar ausgeblasen. Der Versuch gelingt auch nach Oeffnung des Brustkastens, doch sind die Bewegungen der Flamme dann viel schwächer, wie natürlich, da die Lungen zusammengefallen sind und wenig Luft enthalten, welche durch Kontraktion des Organs entfernt werden könnte. Besondere Aufmerksamkeit verdient, dass diese Bewegungen stossweise erfolgen. Die Lungen würden solcher raschen Bewegungen nicht fähig sein, wenn sie während des normalen Lebens nicht in Anwendung kommen sollten, und eine Anwendung derselben ist nirgends annehmbar, als beim rythmischen Athmen selbst.“

Wird einem Thiere einseitig der Vagus am Halse durchschnitten, so treten keine tödtlichen Folgen ein. Zunächst zeigen sich, besonders bei jungen Thieren, beschleunigte, pfeifende Athemzüge mit Schleimrasseln. Dann ist das Sättigungsgefühl abgestumpft, die Thiere überfüllen sich den Magen, woraus Erbrechen und Durchfall entstehen. Mit der Zeit verlieren sich diese Symptome und die Thiere leben weiter, auch wenn die Vagusenden nicht zusammenheilen. — Die Durchschneidung beider Vagi hat baldigen Tod zur Folge. Die Respiration wird bedeutend verlangsamt, mühsam, von Schleimrasseln begleitet, Lippen, Zunge, der Kamm der Hühner und andere Theile mit durchscheinenden, zahlreichen Kapillargefässen werden violett, die Eigenwärme sinkt und der Erstickungstod wird, zumal bei jungen Thieren, nur durch die Tracheotomie aufgehalten, ein Beweis, dass der Tod nur eine indirekte Folge der Vagusdurchschneidung ist und die letztere weder das Athembedürfniss, noch den Mechanismus der Athemmuskeln aufhebt. Der Tod nämlich erfolgt durch Lähmung der Kehlkopfmuskeln und Verschliessung der Stimmritze, die bei jungen Thieren vollständiger ist, weil hier die Stimmbänder zart sind und durch die inspirirte Luft, wie Taschenventile, an einander gedrückt werden. Bei älteren Thieren sind die Stimmbänder derber, die Stimmritze ist weiter und der Tod erfolgt allmälig durch mangelhafte Oxydation des Blutes.

Dass die Nn. vagi auf das Hunger- und Sättigungsgefühl Einfluss üben, beweisen mehrere von Arnold zusammengestellte Fälle von Personen mit Verstimmung oder Lähmung eines oder beider Vagi, die an Appetitlosigkeit und Gefrässigkeit litten.

Ob auch das Durstgefühl vom Vagus abhänge, ist zweifelhaft. Wenigstens hat Valentin bei Hunden, denen die Vagi durchschnitten waren und die in einen fieberhaften Zustand verfielen, gesehen, dass sie mit Begierde tranken.

Die Nn. vagi haben, wie Bischoffs oben erwähnte Versuche zeigen, an den Bewegungen des Magens Antheil, und es scheint, dass die Verdauungsstörungen, die nach ihrer Durchschneidung beobachtet werden, grösstentheils von dem Aufhören dieses motorischen Antheils abhängen. Bei Experimenten an Thieren blieben die chemischen Eigenschaften des Magensaftes normal, nur rückte der Mageninhalt in weit geringerem Maasse vörwärts, liess sich jedoch durch galvanische Reizung der Vagusenden nach dem Zwölffingerdarm fortbewegen.

11. Der Beinerv (N. accessorius). Die Durchschneidung seiner Wurzeln bringt keine Schmerzensäusserung hervor. Ursprünglich ist er demnach rein motorisch. Sein vorderer Ast verbindet sich innerhalb des Ganglion jugulare mit dem Vagus und verläuft mit demselben peripherisch. Seine Reizung soll Bewegungen in den Muskeln des Kehlkopfes, des Schlundes, der Speiseröhre und im Herzen hervorbringen. Der hintere Ast verbindet sich ebenfalls mit dem Vagus. Wird er bei frisch getödteten Thieren mechanisch gereizt, so zucken die Mm. sternocleidomastoideus und cucullaris.

12. Der Zungenfleischnerv (N. hypoglossus). Seine Wurzelfäden sollen rein motorisch sein. Nach seinem Austritt aus dem Foramen condyloideum anterius zeigt er, in Folge der Aufnahme von Fasern des Vagus und des ersten Halsnerven deutliche Sensibilität. Die Reizung der Wurzel erregt Zuckungen in den Mm. stylo-, hyo-, genioglossus, lingualis, thyreo- und sternohyoideus (?). Es ist bereits bei der Beschreibung des N. glossopharyngeus erwähnt, dass der N. hypoglossus der Bewegungsnerv der Zunge ist. — Bei Lähmung des einen Hypoglossus, z. B. nach Schlaganfällen, ist die Zunge meist nach der gesunden Seite hingezogen und schwerbeweglich, die Sprache lallend.

Die Rückenmarksnerven versorgen Rumpf und Extremitäten mit Ausnahme der Nn. occipitales, die, vom zweiten und dritten Halsnerven stammend, sich an Hinterhaupt, Scheitel und Ohr verbreiten. Nachdem die vorderen (motorischen) und

hinteren (sensiblen) Wurzeln zur Bildung des Spinalnervenstammes zusammengetreten sind, theilt sich derselbe in einen hinteren oder oberen und in einen vorderen oder unteren Hauptast. Jener, der die starke Muskulatur und die stumpfempfindende Haut der Hinterseite des Körpers versorgt, enthält vorwiegend motorische Fasern, während der vordere Ast, aus welchem u. A. die feinen Tastnerven der Hände und des Fusses kommen, reicher an sensiblen Elementen ist. Die Verbreitung der Rückenmarksnerven geschieht im Allgemeinen so, dass höher entspringende Nerven zu tiefer gelegenen Theilen gehen. — Die Symmetrie der beiderseitigen Nervenverbreitung erleidet in den feineren Verzweigungen vielfache Ausnahmen. Ebenso ist die Beschränkung des jederseitigen Spinalnerven auf die entsprechende Körperhälfte nicht immer streng eingehalten. Am Halse, Zwerchfell, Penis, Hodensack tauschen sich die Primitivfasern beider Seiten gegenseitig aus. — Die Vertheilung der motorischen Nerven geschieht nicht, wie man erwarten könnte, so, dass antagonistische Muskelgruppen immer von verschiedenen Nervenstämmen versehen werden. So z. B. schicken die Nn. thoracici anteriores Zweige sowohl zu dem M. deltoideus, der den Arm von der Brust abduzirt, als zum Pectoralis major, der ihn adduzirt. Die Beuger und Strecker des Vorderarmes werden zwar im Ganzen von verschiedenen Stämmen versorgt, sie nehmen indessen doch auch gleichnamige Zweige auf. So versieht z. B. der N. musculo-cutaneus den M. brachialis internus, der N. axillaris den M. triceps; beide Muskeln erhalten aber auch Zweige vom N. radialis. An den Fingern ist die Sonderung deutlicher. Lähmung des N. medianus hebt die Flexion, Lähmung des N. radialis die Extension auf. An der unteren Extremität ist die Scheidung der Nervenstämme nach dem Antagonismus der Muskelgruppen ebenfalls nur theilweise eingehalten. Die hauptsächlichsten Beuger und Strecker des Hüft- und Kniegelenkes werden von verschiedenen Stämmen, dagegen fast alle Muskeln des Unterschenkels und Fusses von dem einen N. ischiadicus versorgt.

In Bezug auf den N. phrenicus (Zweig des vierten Halsnerven) ist zu erwähnen, dass er zwar der motorische Nerv des Zwerchfelles ist, aber auch sensible Fasern enthält und in der Bewegung des Zwerchfelles von Zweigen des sechsten bis

elften Brustnerven unterstützt wird. Durchschneidung der Nn. phrenici bringt aus dem letzteren Grunde keine ganz vollkommene Lähmung des Zwerchfelles hervor, die übrigens nach pathologischen und experimentellen Erfahrungen nicht hinreichen würde, den Athmungsprozess auf eine lebensgefährliche Weise zu stören.

Der sympathische Nerv. Es ist bereits oben gesagt worden, dass die Primitivfasern des Sympathicus keinen qualitativen Unterschied von denen des Zerebrospinalnervensystems darbieten. Die hervorstechende Eigenthümlichkeit dieses Nerven ist, von physiologischer Seite, dass die von ihm versorgten Organe, fast sämmtlich, dem Willen und Bewusstsein entzogen sind, und von anatomischer, dass er von einer grossen Menge von Ganglien durchsetzt wird. Diese Thatsachen lieferten den Hauptgrund, weshalb man in dem Sympathicus ein von Gehirn und Rückenmark unabhängiges, selbständiges, „vegetatives“ Nervensystem sah, dessen Zentra die Ganglien bildeten.

Aber weder kommt die Unbewusstheit des Nerveneinflusses dem sympathischen Nerven allein zu, noch haben die sympathischen Ganglien andere Eigenschaften, als die Ganglien der Hirn- und Rückenmarksnerven.

Gewisse Gewebe, von welchen Nerven sie auch versorgt sein mögen, bewegen sich, ohne dass unser Wille jemals dabei betheiligt wäre. Solche Gewebe sind die ungestreiften Muskeln, die Mittelhaut der Drüsengänge, der Blut- und Lymphgefässe, die kontraktilen Fasern der Lederhaut, der Schleimhäute u. s. w. Die Unbewusstheit der Nerventhätigkeit in diesen Geweben kann nicht davon abhängen, dass die Nerven, von denen sie versorgt werden, ihr Zentrum anderswo, als im Gehirn und Rückenmarke haben. Denn die Mundspeicheldrüse z. B. wird von zwei Hirnnerven, dem sensiblen N. trigeminus und dem der Willkür unterworfenen N. facialis, mit Nervenzweigen versorgt und unterscheidet sich, betreffs der Bewusstheit ihrer Funktionen, in Nichts von dem Pankreas, das seine Nerven vom Sympathicus erhält. Auf der andern Seite aber können unter Umständen die ausschliesslich vom Sympathicus versorgten Baucheingeweide sehr schmerzhaft sein. In diesem Falle muss der Nerveneinfluss des Sympathicus auf das Gehirn übertragen werden.

Die Gesetze der Reflexion gelten, wie für die Zerebrospinalnerven, so auch für den Sympathicus. Heftige Empfindungseindrücke in den vom N. sympathicus versorgten Theilen verpflanzen sich auf das Rückenmark und bringen Bewegungen in den von Zerebrospinalnerven versehenen Muskeln hervor. Durch Zerrung des N. splanchnicus erregte Müller bei Kaninchen Zuckungen der Bauchmuskeln derselben Seite. Volkmann sah bei geköpften Fröschen ausgebreitete Reflexbewegungen am Rumpfe, nach Reizung der Eingeweide. Die krampfhaften Zufälle, die von örtlichen Affektionen der Organe des Unterleibes herrühren, bieten einen pathologischen Beleg für die in Rede stehende Reflexwirkung. — Reizung sensibler Zweige des Sympathicus reflektirt sich auf seine motorischen, nur geschieht die Uebertragung langsamer, als im Bereiche der Zerebrospinalnerven. Beispiele sind der Harndrang bei scharfer Beschaffenheit des Urins, die Veränderung des Herzschlages bei chronischen Unterleibskrankheiten. Volkmann erregte an geköpften Fröschen durch Kneipen des Darmkanales weithin verbreitete Kontraktionen desselben. — Endlich drittens übertragen sich Reizungen sensibler Zerebrospinalnerven auf motorische sympathische. Der Herzschlag verändert sich bei wollüstigen oder schmerzhaften Empfindungen der Haut, die Samenbläschen ziehen sich zusammen auf Reizung der Gefühlsnerven der Ruthe. Müller brachte an dem einen Lymphherzen einer getödteten Seeschildkröte, das schon lange zu schlagen aufgehört hatte, augenblickliche Zusammenziehungen hervor, wenn er den Hinterfuss derselben Seite mechanisch reizte.

Der Behauptung, dass der N. sympathicus ausschliesslich vegetativer und vasomotorischer Nerv sei, begegnet Valentin (*Lehrb.*, B. II, S. 708) mit folgenden Worten: „. . Wenn sich auch die vorzüglichsten vegetativen Organe in der Brust- und Bauchhöhle konzentriren, so findet doch am Ende die Vegetation an allen Punkten des Körpers, wo Kapillaren und ein Wechsel der Materie existiren, statt. Wäre aber der Sympathicus der ausschliesslich vegetative Nerv, so müssten wenigstens seine Zweige alle Arterien, gleich denen des Kopfes und Halses begleiten. Allein abgesehen davon, dass dieses an den Schlagadern der Extremitäten nicht der Fall ist und dieselben vielmehr von gewöhnlichen benachbarten Zerebrospinal-

nerven den grössten Theil ihrer Nervenfasern erhalten, empfangen selbst die Arterien des Kopfes, des Halses und der Brust sehr viele Reiser von einfachen Hirnnervenzweigen. Die Absonderungsorgane, vorzüglich die sezernirenden Drüsen, gehören doch gewiss vor allen zu den vegetativen Apparaten und doch erhalten die Thränendrüse, die Mundspeicheldrüsen, die Brüste den bei Weitem grössten Theil ihrer Primitivfasern von Hirn- und Rückenmarksnerven. . . .“ Nach alledem kann man behaupten, dass zwischen Ganglien- und Zerebrospinalnervensystem ebensowenig ein durchgreifender Unterschied, als eine absolute Scheidung vorhanden ist.

Der Sympathicus bezieht seine Nervenfasern aus einzelnen Hirn- und sämmtlichen Rückenmarksnerven, lässt sie durch seinen Grenzstrang und seine Knoten hindurchgehen und in seinen Zweigen peripherisch verlaufen und verhält sich auf diese Weise als ein Zerebrospinalnerv, der sich nur durch den Reichthum seiner verschiedenen Wurzelquellen von den anderen Hirn- und Rückenmarksnerven unterscheidet und durch die symmetrische Vertheilung und die Häufigkeit seiner Ganglien auszeichnet, deren Bau jedoch nicht wesentlich von demjenigen der zerebrospinalen Nervenganglien abweicht.

Die Dunkelheit der Empfindungen in den vom Sympathicus versorgten Organen, scheint also mit der grossen Anzahl von Ganglien zusammenzuhängen, die jener Nerv in seiner peripherischen Verbreitung durchlaufen muss. Diese Hemmung der Empfindung wird aber nur hervorgebracht, wenn der betreffende Nerv in seinem Verlaufe auf mehrere Ganglien gestossen ist. Dass ein einziger Nervenknoten nicht hinreiche, die Fortleitung der Empfindung aufzuhalten, beweisen die Ganglien an sämmtlichen hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven. Auf der anderen Seite aber ist die durch die Ganglien bewirkte Hemmung der Empfindung auch keine absolute. Pathologische Erfahrungen lehren zur Genüge, wie bedeutende Schmerzen in Leber, Nieren, Harnblase, Darmkanal u. s. w. auf starke und ungewohnte Reize entstehen können. Physiologische Versuche beweisen ebenfalls, dass leichtere Reizungen der Ganglien selbst und ihrer ein- und austretenden Nervenfasern oft keine und immer nur eine schwache, stärkere Angriffe dagegen fast immer eine sehr starke sensible Reaktion hervorrufen. — Dass der Sympathicus motorische Fasern ent-

halte, folgt aus Versuchen an frischgetödteten Thieren. — Erwiesenen motorischen Einfluss haben: das Ganglion cervicale supremum auf die Iris, der Halstheil des Grenzstranges, das G. cervic. infim., die Rr. cardiaci mit den Plexus cardiacis und das G. thoracicum auf das Herz, die Pl. oesophagei auf die Speiseröhre, der Brusttheil auf den Dünndarm, die Rr. splanchnici auf den oberen Theil des Dünndarmes, der Lumbal- und Sakraltheil auf den unteren Dünndarm, auf Kolon und Rektum, der mittlere und untere Lumbaltheil auf die Harnleiter, der untere Lumbal- und obere Sakraltheil auf Harnblase, Mastdarm, Vas deferens, Tuben und Uterus.

In Betreff der Beziehungen des Sympathicus zur Herzbewegung ist Folgendes hinzuzufügen. Der Antheil, welchen der Sympathicus an den Nerven des Herzens hat, ist nicht geringer als der des Vagus. Während durch galvanische Reizung des Vagus, wie oben erwähnt, Stillstand des Herzens bewirkt wird, bringt die Galvanisirung des Sympathicus eine Beschleunigung des Herzschlages hervor. Beide Erfolge werden jedoch nur erreicht, wenn besonders günstige Nebenbedingungen für das Experiment vorhanden sind. — Das ausgeschnittene Herz schlägt eine Zeit lang fort. Hieraus folgt, dass seine rythmische Bewegung im Leben von keinem der freien Nervenstämme ursprünglich abhängen kann, die sich zu ihm begeben. Man setzte deshalb die Ursache für die fortgesetzte Thätigkeit des ausgeschnittenen Herzens, nach Aufhebung des Einflusses von Seiten des Gehirns und Rückenmarkes, in die (mikroskopischen) Ganglien der durch das Herz verbreiteten Nerven, die als Nervenzentra die Bewegung unterhalten sollten. Gegen diese Annahme wird eingewendet: 1. Dass der Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung, unter ähnlichen Umständen, auch in willkürlichen Muskeln beobachtet wird. Das Zwerchfell enthaupteter Thiere zeigt bisweilen eine fortdauernde Zitterbewegung, die freilich nicht die rythmische Regelmässigkeit des Herzschlages hat. Diese Bewegung hält auch nach Durchschneidung des Stammes und der freien Aeste des Zwerchfellnerven an. „Da wir aber das Zwerchfell willkürlich zusammenziehen können und keine Ganglien in seinen Endgeflechten vorkommen, so folgt hieraus, dass die anhaltenden Zuckungen eines von unserem Willen möglicher Weise beherrschten Muskels die Nebenhülfe des

zentralen Nervensystems oder der Ganglienkugeln nicht nöthig haben“ (Valentin). 2. Die Lymphherzen des Frosches, die direkt von Rückenmarksnerven versorgt werden und in denen sich keine Ganglienkugeln entdecken lassen, schlagen ebenfalls nach Zerstörung des Rückenmarks eine geraume Zeit fort. 3. Das Weiterschlagen des Herzens liesse sich auch aus mechanischen Einflüssen herleiten. Eine Luftströmung, die über die Innenfläche des Herzens hinstreicht, führt leicht zu einer Zusammenziehung desselben, bei welcher die empfindlicheren Vorhöfe sich zuerst kontrahiren. Wenn nun das bereits ruhende Herz durch einen Nadelstich wieder zu Zusammenziehungen aufgeregt wird, so könnte dies möglicher Weise so zusammenhängen, dass der Druck, den die Nadel ausübt, einen Luft- oder Blutstrom, der durch die offen bleibende venöse Mündung nach dem Vorhofe dringt, auf dem Wege der Verdrängung nach sich zieht.

Versuche, die Schiff über die Herzbewegung anstellte, lehren, dass der Herzschlag des Frosches früher aufhörte, wenn er die Wurzeln des N. trigem., des Vagus und der ersten Halsnerven durchschnitt, als wenn diese Verbindungen mit Gehirn und Rückenmark unversehrt blieben. Dies Experiment mit der Erfahrung zusammengehalten, dass bei frischgetödteten Säugethieren das bereits ruhende Herz durch Reizung nicht nur des N. accessorius, sondern auch des ersten Halsnerven wieder zur Bewegung angeregt wird, kann als ein Beleg für den Ursprung der sympathischen Nervenfasern im Gehirn und Rückenmark angesehen werden.

Inwieweit die Zweige des Sympathicus bei der Bewegung der **Lungen** betheiligt sind ist noch nicht genau ermittelt.

Die Zentralorgane.

Die Zentralorgane des Nervensystems sind die selbständigen Erreger des Nervenprinzips, während die Nerven nur die Leiter desselben sind. Die motorischen Nerven z. B. sind zwar ebenfalls stets mit dem Nervenagens geladen, wie daraus hervorgeht, dass sie nach ihrer Trennung von den Zentralorganen durch Reizung in Thätigkeit versetzt werden können; aber diese Fähigkeit verliert sich allmälig und findet sich erst von Neuem ein, wenn sie wieder verheilt sind,

während die Zentralorgane durch Abtrennung der Nerven nichts von ihrer Kraft verlieren.

Die Mittheilung des Nervenprinzips von den Zentralorganen auf die Nerven, oder die Ladung der Konduktoren, geschieht entweder unter der Herrschaft der Seele oder automatisch. In Bezug auf die motorischen Nerven ist die automatische Mittheilung entweder eine beständige Ausstrahlung, wie z. B. bei den Sphinkteren, die stets kontrahirt erhalten werden und deren Kontraktion nach Verletzung der Zentralorgane aufhört, oder sie ist abwechselnd und gibt sich durch rythmische Bewegungen kund, wie z. B. beim Athmen, das von der Medulla oblongata ausgeht. Die willkürlichen Entladungen des motorischen Agens geschehen auf Anregung des Sensorium commune der Zentralorgane. In Bezug auf die sensoriellen Nerven ist die Thätigkeit des Zentralorgans ebenfalls entweder unbewusst, indem es die Wirkungen jener Nerven auf die Ursprünge der motorischen reflektirt, oder bewusst, indem dieselben dem Sensorium commune zugeführt werden. „Im ersten Falle gelangen die zentripetalen Wirkungen der sensoriellen Nerven nur bis zur Exzitation des motorischen Appararats der Zentralorgane, der vorzüglich seinen Sitz im Rückenmarke hat, aber sich auch in das Gehirn verzweigt; im zweiten Falle gelangen diese Wirkungen zu einem besonderen Theile der Zentralorgane, ohne Reflexionsbewegungen zu erregen, in dem Sensorium commune zu dem Bewusstwerden der Seele. Nicht selten geschieht Beides; die Empfindungen werden bewusst und erregen zugleich Reflexionsbewegungen, indem die Leitung zugleich nach dem motorischen Apparate der Zentralorgane und nach dem Sensorium commune geschieht, wie bei dem Husten von dem empfundenen Reize in der Luftröhre, bei dem Schliessen der Augenlider von heftigem Schall, bei der Zusammenziehung der Iris von Reizung der Retina durch Lichtsehen.“ (Müllers *Handbuch der Phys.*, I, 684.)

In den Wirkungen der Zentralorgane auf die peripherischen Theile tritt durch den Schlaf eine periodische, vorübergehende Ruhe ein. In dieser Zeit ist aber keinesweges die Gesammtmasse der Zentralorgane in Unthätigkeit. Zunächst bleiben alle dem Stoffwechsel dienenden Funktionen in Uebung, dann können durch äussere Erregungen Reflex-

erscheinungen hervorgerufen werden, ohne dass der Schlafende zu erwachen braucht. Medulla oblongata und Rückenmark wirken demnach theilweise fort. Andererseits beweisen die Traumbilder, dass auch das Gehirn thätig ist. Nur zeigen dieselben auch, dass diese Thätigkeit eine eigenthümliche, von der des Wachens verschiedene Richtung verfolgt. Sinneseindrücke werden ebenfalls aufgefasst, aber anders gedeutet, andere gehen unbemerkt vorüber. Die direkte Ursache des Schlafes wird in einer verhältnissmässig grösseren Zuströmung von venösem Blute zum Gehirn gesucht.

Die erste Bedingung der normalen Beschaffenheit des Gehirns und Rückenmarks liegt in der unausgesetzten Versorgung dieser Organe mit arteriellem Blute. Wird dem Gehirn eines Menschen kein Blut oder nur venöses zugeführt, so entstehen Kopfschmerz, Schwindel, Bewusstlosigkeit und endlich Erstickung. Erhenkte, in Kohlendampf Erstickte sterben z. B. in Folge der mangelnden Zuströmung oxydirten Blutes zum Gehirn.

Desgleichen scheint die sogenannte Zerebrospinalflüssigkeit, eine seröse Absonderung, die innerhalb der Arachnoidea, in den Hirnhöhlen und der Sylvischen Wasserleitung angesammelt ist, für die Integrität der Zentralorgane von grosser Wichtigkeit. Denn wird diese Flüssigkeit bei Thieren entleert, so entsteht Apathie, Hinfälligkeit, Verlust des Gleichgewichts, welche Erscheinungen so lange anhalten, bis sie sich wieder gebildet hat (Magendie).

An dem blossgelegten Gehirn eines Säugethieres oder eines Menschen, sowie an der grossen Fontanelle eines Säuglings, beobachtet man zweierlei Bewegung; eine, die mit dem Pulse, und eine andere, die mit der Athmung zusammenfällt. Die zweite ist die stärkere. Jene wird durch den Stoss erzeugt, mit welchem sich bei der Systole des Herzens die an der Schädelbasis gelegenen Arterien füllen; die Exspiration aber treibt das arterielle Blut peripherisch weiter. Wenn man bei einem frischgetödteten Hunde die Zerebrospinalflüssigkeit entleert und zu gleicher Zeit eine tiefe Exspiration durch Zusammenpressen des Brustkorbes nachahmt, so spritzt die Flüssigkeit in einem weiteren Bogen heraus, als sonst geschieht.

Das zentrale Nervensystem ist in einzelnen Theilen überaus empfindlich. Die Reizung der hinteren Rückenmarksstränge ruft die lebhaftesten Schmerzen hervor, die der vorderen wird

gar nicht gefühlt. Die seitlichen sind gemischter Natur; sie haben einen gewissen Grad von Empfindung, nach Art der hinteren, und erzeugen Zuckungen, wie die vorderen. — Im Gehirn und verlängerten Mark sind folgende Parthien empfindlich: die Oberflächen der Medulla oblongata und des Pons, die Markschenkel und tieferen Markmassen des kleinen Gehirns, die Schenkel des grossen Gehirns, die Innentheile der Sehhügel und theilweise die des Corp. striatum. Dagegen können die grauen und gemischten Massen des grossen und kleinen Gehirns auf alle Weise insultirt werden, ohne dass sie eine Schmerzempfindung hervorrufen. Ferner gehören zu den unempfindlichen Bezirken: die Wände der Sylvischen Wasserleitung, die oberflächlichen Abschnitte der Vierhügel, die Gland. pinealis, die Wandungen der dritten Hirnhöhle, die Commissura anterior und mollis, das Corp. callosum, der Fornix, das Septum pellucidum, ein grosser Theil des Corp. striatum und Thalamus n. optic., sowie an vielen Stellen die weissen Massen der Hemisphären des grossen und die des kleinen Gehirns.

Stimmungsveränderungen des **Rückenmarks** theilen sich ausserordentlich leicht zwischen den einzelnen Theilen desselben mit. Reizt man das Ende des Rückenmarks durch ein einfaches Plattenpaar, so zucken auch die Muskeln des Oberkörpers. Hieraus erklärt es sich, dass Rückenmarkskrankheiten, die, wie z. B. Tabes dorsalis, im unteren Theile des Rückenmarks ihren Sitz haben, allmälig auch auf die oberen Extremitäten und Sinnesorgane einwirken. Heftige Reizung des Rückenmarks, wie bei Entzündung desselben, bei Narkotisation (vorzüglich durch Strychnin) oder bei gewissen Nervenverwundungen, bewirkt, dass nach den willkürlichen Muskeln beständige Entladungen stattfinden, tetanische Krämpfe erregt werden. — Die Intensität unserer Muskelaktionen hängt von der Beschaffenheit des Rückenmarks ab. Bei der Atrophie desselben gehorchen, selbst in vorgerückten Stadien, die Muskeln der unteren Extremitäten dem Willen noch und erst allmälig erlischt die Kraft der Bewegungen bis zum Aufhören. Desgleichen ist das Rückenmark die Ursache der geschlechtlichen Potenz. Die heftigen Reflexionsbewegungen, die beim Koitus stattfinden, und der Verlust der Potenz durch Rückenmarksleiden beweisen dies.

Quere Durchschneidung des Rückenmarks lähmt die Empfin-

dung und Bewegung aller Theile, die von den tiefergelegenen Stellen aus mit Nerven versorgt werden. Inwieweit hierbei die Reflexerscheinungen aufgehoben werden, ist bereits oben gesagt. Wird das Rückenmark und der untere Theil der Medulla oblongata einseitig zerstört, so erlöschen die Nervenkräfte der nämlichen Seite. Weiter nach vorn aber tritt eine Kreuzung der Wirkung ein und die Verletzung der linken Seite des Zentralorgans bringt eine Lähmung der rechten Körperhälfte hervor und umgekehrt.

Wenn man bei Thieren eine Hemisphäre des grossen Gehirns entfernt, so fallen sie, wie halbgelähmt, auf die entgegengesetzte Seite. Nimmt man beide fort, so fallen sie zusammen und richten sich nicht wieder auf. Indessen verhalten sich hier die verschiedenen Thierklassen verschieden. Säugethiere bleiben, wie eben beschrieben, auf der Erde liegen und können sich, werden sie aufgerichtet, höchstens eine kurze Zeit mit gespreizten Beinen stehend erhalten. Vögel dagegen, denen das grosse Gehirn ausgenommen ist, fliegen, wenn sie in die Luft geworfen werden, munter fort, bis sie zu Boden fallen, bleiben auch stehen, wenn sie aufgerichtet werden. Frösche hüpfen ebenfalls so gut, wie in gesunden Tagen. Im Uebrigen verhalten sich die Thiere nach Wegnahme ihrer Grosshirnhemisphären folgendermaassen. Sie sind schlafsüchtig und fressen nur, wenn man ihnen die Speisen bis hinter die Zunge bringt; sie scheinen weder laute Töne, noch starkes Licht zu bemerken. Sie verlieren ihre Triebe und scheinen weder Wahrnehmung, Vorstellung noch Urtheil mehr zu haben. Hunde kennen ihren Herrn nicht mehr, Vögel stossen sich im Fliegen, Katzen verlieren ihre Wuth. Flourens beobachtete einen Hahn, der nach Verlust des grossen Gehirns noch ein halbes Jahr lebte und gut genährt war. Derselbe verhielt sich beständig wie schlafend und hatte u. A. keinen Geschlechtstrieb mehr.

Dass das Gehirn der Sitz der geistigen Fähigkeiten sei, geht, ausser aus den eben angeführten Versuchen, noch aus vielen pathologischen Erfahrungen hervor. Die Verletzung jedes anderen Körpertheiles kann, so lange das Leben überhaupt besteht, ohne Störung der Seelenfunktionen vor sich gehen. Dagegen verändert jede langsame oder plötzliche Störung der Gehirnfunktionen die intellektuellen Fähigkeiten.

Druck auf das Gehirn bewirkte immer Delirien oder Stumpfsinn. In der Hirnhöhle der Kretins findet man reichliche flüssige Ausschwitzungen.

Wird eine Seite der Vierhügel entfernt, so wird das anderseitige Auge blind und die ganze entgegengesetzte Körperhälfte stumpf. Nimmt man das ganze kleine Gehirn fort, so erfolgt der Tod immer rascher, als bei Wegnahme der Grosshirnhemisphären. Die Thiere taumeln, fallen rückwärts und zur Seite und können nicht mehr gehen, fliegen oder springen. Wird das kleine Gehirn einseitig zerstört, so dreht sich das Thier nach der entgegengesetzten Seite im Kreise herum. Die einseitigen Zerstörungen vieler anderen Gehirntheile führen ebenfalls zu unwillkürlichen Ortsveränderungen, den sogenannten Zwangsbewegungen. Dieselben treten in den verletzten Thieren gewöhnlich auf, wenn sie ihre Stellung verändern wollen, und lassen erst nach, wenn die Thiere erschöpft sind, um später wieder anzufangen. Führt man z. B. einen Längenschnitt durch irgend einen Bezirk der rechten Hälfte der Varolsbrücke eines Kaninchens, so rollt das Thier im Durchschnitt um so lebhafter nach rechts, je weiter die Verletzung von der Mittellinie entfernt liegt. Hat man dagegen eine symmetrische ähnliche Verletzung an der andern Seite angebracht, so beruhigt sich das verstümmelte Geschöpf nach diesem zweiten Eingriffe (Valentin). Ein Längenschnitt, der gerade in der Mittellinie verläuft, soll nach Magendie Schwankungen von einer Seite zur andern erzeugen. — Man hat mit diesen Zwangsbewegungen den Schwindel zusammenstellen wollen, und behauptet, dass er ebenfalls von der vorwiegenden Erregung der einen Gehirnhälfte herrühre.

Das verlängerte Mark ist von der grössten Bedeutung für die wichtigsten Lebensfunktionen. Der Einfluss, den es auf den Herzschlag und die Athembewegung ausübt, bringt es mit sich, dass die Zerstörung der Medulla oblongata fast unmittelbar tödtet, während Thiere den Verlust des grossen, des kleinen Gehirns und des Rückenmarks längere oder kürzere Zeit überleben können. — Zugleich ist das verlängerte Mark in Gemeinschaft mit dem Pons Varoli der Knotenpunkt aller Rückenmarks- und der meisten Hirnnerven.

Die Galvanisirung des verlängerten Markes an einer beliebigen Stelle bringt in einem lebenden Frosche, dessen Gehirn und Rückenmark blossgelegt sind, augenblicklichen Stillstand des Herzens hervor, das von da ab in der Diastole verharrt, während derselbe Erfolg nie durch das grosse Gehirn und selten durch das kleine Gehirn und die Vierhügel erreicht wird. Eine fortgesetzte Galvanisirung der Medulla oblongata dagegen bringt das Herz von Neuem in Gang.

Das Zentralorgan für die Athembewegungen liegt in demjenigen Theile der Medulla oblongata, aus welchem die Nn. vagi hervorgehen. Die Zerstörung dieses Marktheiles hebt jede Möglichkeit einer Athembewegung auf, während die Trennung des Rückenmarkes nur die Mitwirkung der Rumpfmuskeln, die des Fazialis nur die Mitwirkung der Gesichtsmuskeln beim Athmen unterdrückt. Das zentrale Athemorgan behält in getödteten Thieren seine Erregbarkeit länger, als die übrigen Stücke der Medulla oblongata. Wenn schon auf keinen Reiz mehr Zuckungen entstehen, so ist man immer noch im Stande, durch Anwendung chemischer oder mechanischer Reize auf jene Stelle, eine tiefe Athembewegung hervorzurufen. Ein vollständiger Querschnitt durch das bezeichnete Stück der Medulla bringt einen baldigen Tod unter den heftigsten Zuckungen zuwege. Geschieht die Durchschneidung halbseitig, so ist die Erhaltung des Thieres möglich; geschieht sie der Länge nach, so entsteht keine Veränderung in der Athmungsmechanik, nicht einmal, wie man erwarten sollte, ein unharmonisches Zusammenwirken der beiderseitigen Athemmuskeln.

Auch die Schlingbewegungen haben ihren motorischen Mittelpunkt im verlängerten Marke.

Die anatomischen Bezeichnungen der einzelnen Gehirntheile entsprechen keineswegs physiologischen Unterschieden und haben nur einen topographischen Werth. Die sogenannten Organe des Gehirns, wie z. B. der Balken, das Gewölbe, die Corpp. striata, die thalami optici, die Vierhügel sind nur äusserlich verschieden geformte Gebilde, keine gesonderten, in sich abgeschlossenen Werkzeuge. Sie enthalten überall nur Primitivfasern und daneben gelagerte Elemente der grauen (oder anders gefärbten) Substanz.

Die fast an Unmöglichkeit grenzende Schwierigkeit weiterer mikroskopischen Forschungen und die hieraus entspringende

völlige Unbekanntschaft damit, welche materiellen Veränderungen in den Hirnelementen vor sich gehen und auf welche Weise dieselben zwischen diesen Elementen übertragen und fortgeleitet werden, sind die Ursache, dass die Physiologie des Gehirns für die Psychologie so gut als gar keine sicheren Anhaltspunkte bietet.

Es ist vielfach behauptet worden, dass die Windungen der Grosshirnhemisphären bei geistig begabteren Menschen zahlreicher und unsymmetrischer sind. Nun weichen diese Windungen zwar in den verschiedenen Gehirnen in gewissem Maasse von einander ab; allein dieselbe Verschiedenheit findet sich auch in vielen inneren Theilen, vorzüglich gewissen Gebilden der Seitenventrikel (Ammonshorn, Eminentia collateralis, Vogelklaue u. s. w.), und andererseits zeigen nicht selten gerade die Gehirne von Kretins besonders zahlreiche und auch unsymmetrische Windungen.

Nach alledem bieten die vorhandenen Kenntnisse des Gehirns auch keine Grundlage für die Phrenologie. Ganz abgesehen von den unlogischen psychologischen Eintheilungen der Phrenologen, beruht die topographische Vertheilung der phrenologischen Organe in den meisten Fällen auf unbewiesenen Voraussetzungen, auf missverstandenen Thatsachen der vergleichenden Anatomie. Ferner liefert die Aussenseite des Schädels keinen genauen Abdruck der Gehirnoberfläche. Die Dicke der Diploë, die Ungleichheiten der beiden Knochenlamellen, die Einschaltung der Hirnhöhlen verhindern dies. Ebensowenig gibt die Gehirnoberfläche einen Aufschluss über die Geisteskräfte, da sie z. B., wie oben angeführt, bei den Kretins sich meistens vollkommen normal verhält.

Was Gewicht und Grösse des Gehirns betrifft, so nimmt man gewöhnlich an, dass das Gehirn beim Menschen einen grösseren Bruchtheil des Körpergewichts betrage, als bei allen andern Wirbelthieren. Bei Kindern erhebt sich dieser Bruchtheil bis auf $^1/_9$ oder $^1/_5$, bei Erwachsenen auf $^1/_{40}$—$^1/_{30}$. Es kommen indess bei gewissen kleinen Säugethieren und Vögeln noch günstigere Gewichtsverhältnisse des Gehirns vor. Das absolute Gewicht des Gehirnes neugeborener Knaben ist 13 bis 14, neugeborener Mädchen 9 bis 10 Unzen Nürnb. Gew. Bei erwachsenen Frauen wiegt es durchschnittlich 3 Pfd. 7 Unzen, bei erwachsenen Männern 3 Pfd. 12 Unzen.

Regelwidrige Kleinheit des Gehirns ist mit Blödsinn verbunden, und es ist zu vermuthen, dass geistreichere Menschen auch ein (wenigstens in einzelnen Theilen) umfangreicheres Gehirn haben. Indessen werden in solchen Fragen neben den Quantitäts- auch die unbekannten Qualitätsverhältnisse in Betracht kommen. Man betrachtet die hohe Stirn als ein äusseres Merkmal grosser Geisteskraft und darf sie freilich auch von einer starken Entwicklung der vorderen Gehirnlappen ableiten. Demungeachtet ist es nicht gestattet, hieraus den Schluss zu ziehen, dass nur die vorderen Lappen den höheren geistigen Fähigkeiten (z. B. der Beredsamkeit, wie man behauptet hat) vorstehen. Pathologische Nachweise lehren vielmehr, dass die mittlern und hintern Lappen, sowie die Gebilde im hintern Horn der Seitenventrikel für die geistigen Fähigkeiten eine ebenso grosse Wichtigkeit haben müssen, als die vorderen Gehirnlappen.

Um die Erscheinungen im Bereiche des Nervensystems zu erklären, haben die meisten Schriftsteller ein Unwägbares, ein Imponderabile vorausgesetzt, dem sie den Namen: Nervenkraft, Nervenprinzip, Nervenagens, Nervenfluidum u. s. w. gaben. Empfindung und willkürliche Bewegung, sowie die Erscheinungen der psychischen Sphäre haben aber kein Analogon in der physikalischen Welt, und deshalb schien es ungerechtfertigt, eines der bekannten Imponderabilien als das wirksame Prinzip der Nerven anzunehmen. Am meisten glaubte man noch das Nervenprinzip mit der Elektrizität vergleichen zu können. Allein die ausführlichsten und sorgfältigsten Arbeiten haben nicht zu Gunsten dieser Hypothese gesprochen. Die Elektrizitätsphänomene an den Muskeln und Nerven, welche man durch die hier angeregten Arbeiten kennen lernte, führten keineswegs zu einer Identifizirung des Nervenprinzips mit der Elektrizität. Wir verdanken Matteucci und Dubois-Reymond die Kenntniss der Anwesenheit elektrischer Spannung in den Muskeln und Nerven, allein zu einem Abschluss ist dieses Thema auch dadurch nicht gekommen. Mehr als eine blosse Aehnlichkeit zwischen beiden Agentien anzunehmen, erlaubt der jetzige Standpunkt der Wissenschaft nicht, und man muss sich um so mehr hüten, von sanguinischen Hoff-

nungen sich hinreissen zu lassen, je augenfälliger diese Aehnlichkeit ist. J. Müller sagt darüber: „Wir müssen daher anerkennen, dass die Identität des Nervenprinzips und der Elektrizität nichts weniger als erwiesen ist. Aber wir dürfen auch nicht weiter gehen. Ein tieferer, noch unbekannter Zusammenhang dieser Erscheinungen in analoger Art, wie zwischen Elektrizität und Magnetismus kann immer stattfinden. Nur verbietet der methodische Gang der Wissenschaft, eine noch nicht begründete Vermuthung als Basis für wissenschaftliche Systeme zu benutzen. Ueber die Natur des Nervenprinzips ist man ebenso ungewiss, wie über das Licht und die Elektrizität. Aber die Eigenschaften und Bewegungserscheinungen dieser Prinzipien lassen sich gleichwohl mit Erfolg studiren. Bei allen wiederholt sich die Frage, ob ihre Wirkungen durch ortsverändernde Strömungen einer imponderablen Materie entstehen, oder ob sie durch mechanischen Impuls, durch Undulationen eines Fluidums, wie nach der Undulationstheorie bei dem Lichte angenommen wird, erfolgen; welche Annahme in Hinsicht des Nervenprinzips hier die richtige sei, ist vor der Hand für das Studium der Mechanik des Nervensystemes gleichgültig, gleichwie die Gesetze der Mechanik des Lichtes durch die Annahme der einen oder der andern dieser Theorien nicht abgeändert werden können."

Siebenter Abschnitt.

Von den Sinnesorganen.

Ueber die Sinnesorgane im Allgemeinen.

Wir werden durch die Eigenthümlichkeit unserer Sinnesnerven zunächst nur von ihren eigenen Zuständen unterrichtet, wenn irgend ein äusseres Ding auf sie einwirkt. Sie leiten diesen empfangenen Eindruck bis zum Zentralorgane fort, und hier erst kommt die Empfindung zum Bewusstsein. Die Sinnesempfindung ist demnach kein einfacher Vorgang, sondern ein Prozess, an dem man drei Momente wahrnehmen kann: 1) den äussern Reiz; 2) die Leitung desselben durch die Sinnesnerven, und 3) die Einwirkung auf das Zentralorgan, welches die in ihm bewusstgewordene Sinnesempfindung vorstellend auslegt. Jetzt erst geschieht die Uebertragung auf die Aussenwelt; es tritt nun erst das Urtheil ein, welches entsteht, wenn viele Sinnesempfindungen verglichen werden können, und insofern werden wir durch die Sinnesnerven auch von den Eigenschaften und der Natur ausser uns unterrichtet; aber ganz irriger Weise ist vielfach die Sinnesempfindung selbst mit dem Wahrnehmen eines äusseren Objektes verwechselt worden.

Das Gemeinsame in allen Sinnen ist die Empfindung, die Art derselben ist aber je nach dem Sinnesnerven verschieden, und so unterscheidet man Licht-, Ton-, Geschmacks-, Geruchs- und Gefühlsempfindung. Jeder Sinnesnerv antwortet mit seiner Art von Empfindung auf einen gegebenen inneren

oder äusseren Reiz. Nach dem Vorgange von Aristoteles hat Joh. Müller den Grund dafür in der Annahme einer den Sinnesnerven eigenen spezifischen Energie festgestellt. Es stützt sich diese Theorie auf die angegebene Beobachtung, dass sowohl innere, wie äussere Ursachen in den verschiedenen Sinnen verschiedene Thätigkeitsäusserungen, je nach der Natur des Sinnes hervorrufen; so erregen Schwingungen des Aethers, mechanische, elektrische, chemische Einflüsse und der Reiz des Blutes im Sehnerven nichts als Licht und Farbe; der Ton wird wach durch mechanische, chemische, elektrische Reize und in der Kongestion; die Geruchsempfindung wird erregt durch chemische Prozesse und die Elektrizität u. s. w. Hauptsächlich erhärtet wird diese Annahme durch die Bearbeitung der subjektiven Sinneserscheinungen, welche der neueren Zeit angehören. Dagegen sind in neuester Zeit Spiess, Lotze und Volkmann aufgetreten, welche behaupten: das Spezifische der Empfindung liegt 1) in der spezifischen Natur der äusseren Reize; 2) es liegt in der eigenthümlichen Anordnung und Konstruktion des physikalischen, der Ausbreitung der Sinnesnerven dienenden Apparates; 3) es liegt nicht in dem Nerven selbst, sondern erst in seiner zentralen Endigung. Jedoch so scharfsinnig auch der Streit geführt wurde, so ist die Annahme von der spezifischen Energie der Sinne noch immer haltbar geblieben und es muss diese Theorie noch so lange beibehalten werden, so lange die bisher bekannten Fakta dadurch erklärt werden können. Ganz konsequent hängt mit dieser Lehre die Annahme zusammen, dass ein Sinnesnerv nur einer bestimmten Art der Empfindung und nicht derjenigen der übrigen Sinnesorgane fähig sei, dass eine Vertretung eines Sinnesnerven durch einen anderen nicht stattfinden könne. J. Müller hat dafür in seiner *Physiologie*, B. I, S. 258 ff., eine grosse Menge pathologischer und komparativanatomischer Thatsachen aufgebracht. Einen weiteren Beleg dafür ergeben die Erfahrungen bei Blinden und Taubstummen. Es können sich solche Menschen in der That durch das Tastgefühl genaue Vorstellungen von der Ausdehnung, der Form der Gegenstände bilden, allein es bleiben immer Tastvorstellungen, ohne Licht und Farbe. Müller spricht daher (s. o.) mit der grössten Entschiedenheit aus: „Von wahrer Vertretung eines Sinnesnerven durch einen spezifisch davon verschiedenen

ist uns unter den beglaubigten physiologischen Thatsachen keine bekannt. Die Ausbildung des Gefühls bei Blinden wird man heut zu Tage nicht Sehen durch die Finger nennen; das Sehen mit den Fingern, mit der Herzgrube, bei sogenannten Magnetischen, scheint ein pures Mährchen, wenn es nacherzählt wird, und Betrug, wo es geschehen soll. Die Gefühlsnerven sind keiner anderen Empfindung, als der Gefühlsempfindung fähig. Daher ist auch kein Hören als durch die Gehörnerven möglich; was die Gefühlsnerven von den Schwingungen der Körper empfinden, sind blosse Gefühle der Bebungen und nichts dem Ton Aehnliches. Die Beispiele sind zwar heut zu Tage nicht selten, dass man die verschiedene Art, wie die Schwingungen der Körper auf das Gehör und Gefühl wirken, mit einander verwechselt. Ohne das lebendige Ohr gibt es in der Welt keinen Ton, sondern nur Schwingungen, ohne das lebendige Auge in der Welt kein Hell, keine Farbe, kein Dunkel, sondern nur die Oscillationen der imponderabelen Materie des Lichts und ihren Mangel.“

Mit welchen anatomischen Veränderungen jedoch die verschiedenen Energien der Sinnesnerven einhergehen, wissen wir nicht. Die manigfachen Hypothesen von einer Lageveränderung der Fibrillen, von einer Vibration oder wellenartigen Bewegung des fettigen Inhaltes der Nervenröhren haben sich nicht behaupten können; gewiss ist jedoch, dass die Zentraltheile der Sinnesnerven im Gehirn, unabhängig von den Nervenleitern, der bestimmten Sinnesempfindungen fähig sind.

Es ist vielfach eingewendet worden, dass mit der Annahme der spezifischen Energien der Sinnesnerven eine gänzliche Negation der Aussenwelt gesetzt sei; man sagte, wenn die Sinnesnerven oder das Sensorium sich nur seiner eigenen Zustände bewusst werden, so fehlt jeder Zusammenhang mit den äusseren Objekten; allein der Einwurf widerlegt sich von selbst; denn dadurch, dass die Sinnesnerven als Körper die Eigenschaften anderer Körper theilen, dass sie im Raume ausgedehnt sind, dass ihnen eine Erzitterung mitgetheilt werden kann und dass sie chemisch durch die Wärme und Elektrizität erregt werden können, zeigen sie bei ihrer Veränderung durch äussere Ursachen dem Sensorium, ausser ihrem Zustande, auch Eigenschaften und Veränderungen der Aussenwelt an. Allerdings nehmen wir zunächst als Sinnesqualitäten nur Licht,

Farbe, Ton, das Bittere, Süsse, den Gestank, Wohlgeruch, Schmerz, die Wollust, das Kalte und Warme, nebst allen Nuanzen die dazwischen liegen, wahr, allein, wie oben angegeben, kommen uns auch der Raum durch das Seh- und Tastorgan, und die Zeit durch den Hörnerven u. s. w. zum Bewusstsein, und damit auch die Vorstellung der Bewegung. Wir führen hier noch einige Sätze auf, wie sie von J. Müller (s. o.) ausgesprochen wurden:

1. Es liegt nicht in der Natur der Nerven selbst, den Inhalt ihrer Empfindungen ausser sich gegenwärtig zu setzen, die unsere Empfindungen begleitende, durch Erfahrung bewährte Vorstellung ist die Ursache dieser Versetzung.

2. Die Seele nimmt nicht blos den Inhalt der Empfindungen der Sinne auf und legt sie vorstellend aus, sie hat auf den Inhalt derselben Einfluss, indem sie der Empfindung Schärfe ertheilt. Diese Intention kann sich bei den Sinnen mit Unterscheidung der räumlichen Ausdehnung auf einzelne Theile des empfindsamen Organes, bei dem Sinne mit feiner Unterscheidung der Zeitmomente auf einzelne Akte der Empfindung isoliren. Sie kann auch einêm Sinne ein Uebergewicht über den andern ertheilen.

Es erübrigt hier noch, ehe wir die Behandlung der einzelnen Sinnesorgane vornehmen, über die subjektiven Sinneswahrnehmungen zu sprechen; man nennt nämlich diejenigen Sinneserscheinungen subjektive, welche nicht durch den gewöhnlichen homogenen Reiz eines Sinnesnerven, sondern durch andere, ihm gewöhnlich fremde, hervorgebracht werden. Man hat sie in früherer Zeit mit Sinnestäuschungen verwechselt. Erst in neuerer Zeit sind sie richtig gewürdigt worden. Sie kommen ohne Mitwirkung äusserer, adäquater Reize zu Stande und entstehen durch innere Ursachen, die theilweise im Sinnesapparate selbst, im Verlaufe der Nerven und im Gehirn liegen können. Es entspricht ihnen kein ausserhalb des Organismus befindliches Objekt. Nichtsdestoweniger stellen sie Grundphänomene der Sinne dar. Aber, eben weil ihnen kein äusseres Objekt entspricht, geben sie häufig Veranlassung zu Täuschungen, welche jedoch im Urtheil und nicht in den Erscheinungen liegen. Das Studium dieser Phänomene ist daher von der grössten Wichtigkeit für die Pathologie, insonderheit für die Psychiatrie geworden. Dies die allgemeine Natur dieser

Erscheinungen. Das Einzelne derselben wird sich besser bei den speziellen Sinnesorganen zusammenfassen lassen, worauf wir hiermit verweisen.

Vom Sehen.

Wir setzen die Anatomie als bekannt voraus und werden sie nur dann berücksichtigen, wenn irgendwelche anatomische Verhältnisse in direktem Zusammenhange mit der Funktion des Auges stehen.

Schutz- und Bewegungswerkzeuge des Augapfels.

Thränenflüssigkeit. Nach Vauquelin aus ungefähr 99 Prozent Wasser und 1 Prozent fester Substanz bestehend, dient sie zum Schutze der Hornhaut und begünstigt überdem ihre Durchsichtigkeit. Die Flüssigkeitsschicht, welche die Hornhaut bedeckt, bildet das erste Ablenkungsmittel für die eintretende Lichtwelle, sie bedingt demnach unter Umständen eigene subjektive Gesichtserscheinungen und Veränderungen im Sehen.

Augenlider. Sie gewähren mechanischen Schutz für die Oberfläche des Augapfels; durch ihren Schlag erleichtern sie den Durchzug der Thränenfeuchtigkeit, entfernen Unreinigkeiten und abgestorbene Epithelialzellen von der Konjunktiva und bringen kleine, kaum bemerkbare, aber für die Aufrechterhaltung der Sensibilität der Retina sehr wichtige Unterbrechungen in den Einwirkungen des Lichtes zuwege; sie beschatten das Auge und wir können durch willkürliches Schliessen die Stärke des Lichtes innerhalb gewisser Grenzen verändern. Ihr Einfluss erinnert an den der Iris. — Die Augenlider werden in dieser Funktion unterstützt durch die Augenwimpern, welche, wechselseitig in einander greifend, gleich einem Palisadenwerk feindliche Eindringlinge zurückweisen.

Augenmuskeln. Die Bewegung des Auges ist nach einem ganz mechanischen Prinzip geordnet. Da der Bulbus einer Kugel gleicht, nach Krause ein Ellipsoid ist, auf dem die Kornea in Form eines Segmentes einer kleineren Kugel aufsitzt, so wird derselbe durch drei Muskelpaare um drei Achsen, welche den drei Dimensionen des Raumes entsprechen, bewegt; seine Bewegung ist daher keine Lokomotion, sondern eine Ro-

tation um einen fixen Punkt, den man den Drehpunkt genannt hat. Befinden sich die zwei Paare gerader, und die schiefen Augenmuskeln im Zustande des Gleichgewichts, so ist die Pupille gerade nach vorn gerichtet, oder was dasselbe ist, die Sehachse liegt horizontal nach vorn. In diesem Zustande schneidet sich letztere mit der Augenhöhlenachse und der des Sehnerven etwa in einem Winkel von 20°. Bestimmen wir von dieser Stellung des Bulbus aus die Drehungsachsen, so folgt, dass in Rücksicht auf die Insertion der Muskeln die Drehungsachse 1) für den Rectus super. und infer. nicht mit dem horizontalen Querdurchmesser des Auges zusammenfällt; sie läuft vielmehr durch den Drehpunkt, die optische Achse in einem Winkel von etwa 70° schneidend, d. h. schräg von vorn und innen, etwas nach hinten und aussen. Die Pupille wird also vom Rectus super. nach oben und etwas nach innen, vom Rectus infer. nach unten und etwas nach innen gewälzt. 2) Die Drehungsachse für den Rectus ext. und intern. fällt zusammen mit dem vertikalen Durchmesser des Auges. — Diese Muskeln richten das Auge nach innen und aussen. Beide Drehungsachsen schneiden sich im rechten Winkel. Dasselbe gilt nicht von 3) der Drehungsachse der Musculi obliqui; diese läuft ebenfalls horizontal durch den Bulbus, ungefähr vom äusseren Rande der Kornea nach hinten und innen, und schneidet die Drehungsachse für den Rect. sup. und infer. in einem Winkel von etwa 75°. Hierbei wälzt der Obliq. sup. das Auge nach unten und aussen, der Obliq. infer. nach oben und aussen.

Die seitlichen geraden Bewegungen und die nach oben und unten verrichten demnach die geraden Augenmuskeln, je zwei derselben (z. B. innerer und oberer) können sich nach dem Parallelogramm der Kräfte zu Zwischenbewegungen kombiniren, für die schiefen Augenmuskeln bleibt demnach nur folgende Funktion: 1) sie wirken für sich und erzeugen die Radbewegung um die von vorn nach hinten gehende Drehungsachse und stellen die Pupille nach unten und aussen, und nach oben und aussen; 2) sie arbeiten mit den geraden gemeinschaftlich und bedingen die unverrückte Lage der Augen in den Augenhöhlen.

Dass die schiefen Augenmuskeln eine Radbewegnng erzeugen, hat zuerst John Hunter ausgesprochen; Hueck vertheidigt denselben Satz und führt folgenden Beweis dafür auf:

lässt man nämlich das Gesicht eines Menschen, der einen äusseren Gegenstand betrachtet, nach der einen Seite und nach unten neigen, so wird man bemerken, dass ein Bindehautgefässchen, das an dem äusseren Rande der Kornea des tiefer stehenden Auges verläuft, in die Höhe geht und umgekehrt. Jacob und Burow sprechen die gleiche Ansicht aus. Krause nahm an, dass die Bewegung die früher wagerechte Stellung der Falte wiedergäbe. Volkmann bekräftigt endlich die von Hueck gemachte Angabe vollständig und fügt wie dieser hinzu, dass die Drehung um die Sehachse selbst zu Stande komme. Schon aus der Lage der Achse für die schiefen Augenmuskeln widerspricht Valentin dem letzten Zusatze von Volkmann. Die Obliqui dienen blos dazu, um die vertikalen Durchmesser stets parallel, aber nicht vertikal zu erhalten.

Die Obliqui sind ausserdem Antagonisten der Recti, sie ziehen den Bulbus nach vorn, während die letztern denselben nach dem Grunde der Augenhöhle zurückhalten. Den Beweis dafür liefern die Erfahrungen, welche man bei der Myotomie gemacht hat.

Ueber den Konsensus und Antagonismus der einzelnen Augenmuskeln sind die Ansichten verschieden. Während die Einen einen speziellen organischen Grund, der angeboren sei, annehmen, erklären Andere diese Erscheinung aus der sogenannten Identität der Netzhäute. Es scheint in der That ein angeborener Konsensus zwischen einzelnen Augenmuskeln vorhanden zu sein, und Ruete, der in seinem *Lehrbuch der Ophthalmie* diese Anschauung bekämpft, muss dieselbe wenigstens zwischen den Mm. super. und inferior. beider Augen und dem intern. und extern. des einen und des anderen Auges zugeben, da vollkommen Blinde, oder Menschen, die mit Nystagmos behaftet sind, die Augen doch in den Richtungen der genannten Muskeln harmonisch bewegen. Allein hier in diesen Fällen bewegen sich die Augen stets parallel; anders verhält es sich, wo, durch das Bedürfniss des deutlichen Sehens bedingt, eine Konvergenz oder eine Divergenz eintritt, d. h. wo bei Fixirung naher Gegenstände die beiden Interni, und beim Uebergange in den Parallelismus die beiden Externi sich kontrahiren müssen. Hier scheint kein angeborener Konsensus stattzufinden, und es lässt sich diese Erscheinung vielmehr aus der Identität der Netzhäute begründen.

Dieser Konsensus und die aus dem Bedürfnisse deutlich zu sehen hervorgehenden Bewegungen der Augenmuskeln gehen häufig durch pathologische Zustände verloren; es tritt eine regelwidrige Stellung des Augapfels ein. Ein oder mehrere Muskeln erhalten ein Uebergewicht über die anderen. Ist der Augapfel in einer solchen unrichtigen Stellung unbeweglich, so nennt man den Zustand Luscitas; bewegt sich aber der unrichtig stehende Bulbus noch mit dem, einen Gegenstand richtig fixirenden Bulbus in einem kleineren oder grösseren Kreise mit, ohne selbst den Gegenstand zu fixiren, so wird dieser Zustand Strabismus genannt. Er kann konstant an einem Auge stattfinden, oder abwechselnd bald an dem einen oder anderen vorhanden sein. Man unterscheidet einen Strabismus convergens und einen divergens, je nachdem die Interni oder Externi kontrahirt sind, im ersteren Falle tritt Myopie, im zweiten Presbyopie ein; einen simplex und einen duplex; beim Schielen mit dem einen Auge tritt mit der Zeit Amblyopie in demselben ein, weshalb die Doppelbilder nach und nach verschwinden. Das Schielen durch ein konstantes Uebergewicht eines der Obliqui hat fast gar keinen Einfluss auf die Stellung der Sehachsen, sondern es sind nur die Netzhäute nicht orientirt, weshalb Doppelbilder entstehen, von denen das eine schief erscheint.

Vom Auge als optischem Werkzeuge.

Zum Sehen und Unterscheiden äusserer Gegenstände reicht weder der adäquate Reiz, das Licht, noch der durch diesen Reiz empfindende Sehnerv hin. Es war zwischen beiden ein den Reiz zweckmässig an den Sehnerv heranführender Apparat nöthig, welcher die von einem Punkte ausgehenden Strahlen nur eine bestimmte Stelle der Netzhaut treffen lässt; hierdurch werden die verschiedenen Stellen der Netzhaut verschieden affizirt und eine Unterscheidung ermöglicht. Fehlen solche lichtsondernde Apparate, wie bei vielen niederen Thierklassen, so findet nur die Unterscheidung von Licht und Dunkel, von Nacht und Tag statt.

Nach J. Müller kann man in Hinsicht des Baues der Augen für den Zweck der Lichtempfindung im Allgemeinen und des Sehens insbesondere drei Hauptformen unterscheiden: 1) Die

einfachsten Augen oder Augenpunkte der Würmer und der niedersten Thiere, von welchen es zweifelhaft ist, ob sie mehr als allgemeine Lichtempfindungen durch ihre Augen haben, d. h. Tag und Nacht, helle und dunkele Orte, wo sie sich aufhalten, unterscheiden. 2) Die musivisch zusammengesetzten, mit durchsichtigen, lichtsondernden Medien versehenen Augen der Insekten und Krustazeen. 3) Die Augen mit kollektiven, das Licht sammelnden durchsichtigen Medien.

Das menschliche Auge gehört der dritten Form an. Es gleicht einer Camera obscura; gleich dieser hat das Auge, um alles seitliche Licht zu absorbiren, einen Belag von schwarzem Pigment in der Choroidea, einen dem Objekt zugekehrten, lichtsammelnden, durchsichtigen Apparat in der Kornea, dem Humor aqueus und dem Corpus vitreum, und nach hinten, anstatt der mattgeschliffenen Glastafel, die lichtempfindende Ausbreitung des Sehnerven. Wir haben hier nur noch der Iris zu erwähnen. Sie stellt mit ihrer Pupille ein künstliches Diaphragma dar, und dient, wie bei jedem dioptrischen Instrumente, zur Korrektion der sphärischen Aberration. Sie verdeckt den Rand der Linse und gestattet auf diese Weise blos den auf die Mitte derselben fallenden Strahlen den Durchgang; sie ermässigt ferner die Quantität des einfallenden Lichtes dem jedesmaligen Zwecke anpassend; daher ist der Durchmesser der Pupille nach dem Bedürfnisse, welches sich theils nach der Intensität des Lichtes, theils nach der grösseren oder geringeren Reizbarkeit der Retina richtet, variabel. Je heller das Licht, je bedeutender die Reizbarkeit der Retina ist, um so enger zeigt sich die Pupille; in der Dunkelheit erweitert sie sich, um der Retina mehr Licht zuzuführen. Bei gewöhnlichem Tageslicht befindet sich die Iris im Zustande der relativen Ruhe, die Pupille hat hier eine mittlere Weite; sie verengt und erweitert sich aber nicht blos bei Zu- und Abnahme des Lichtes, sondern sie befindet sich auch bei der Einwirkung desselben Lichtgrades in einem stetigen Wechsel zwischen einer geringen Kontraktion und Expansion, den man besonders dann, wenn die Linse kataraktös ist, mit der Loupe deutlicher beobachten kann. Bisweilen verfällt die Iris in eine krankhafte Konvulsibilität und bleibt bei einem und demselben Lichtgrade in einer steten Schwankung zwischen bedeutender Kontraktion und Expansion (Hippus). Die Verengerung der Pupille wird

durch die Ringfasern, die Erweiterung durch die vom Ziliar- nach dem Pupillarrande laufenden Radialfasern bewirkt. Alle Bewegungen der Iris sind unwillkürlich; sie stehen unter dem Einfluss des N. oculomotorius und des Sympathicus. Die Regenbogenhäute beider Augen stehen unter sich in einem innigen Konsensus, daher ist die Bewegung der Iris, vorausgesetzt, dass keine Lähmung des Okulomotorius zugegen ist, immer gleichzeitig in beiden Augen, sei es nun, dass sie durch einen äusseren Reiz hervorgerufen oder von innen her veranlasst wurde. Ist nun ein Auge geöffnet, so ist die Pupille nicht so verengt, als wenn beide Augen bei gleichem Lichteindrucke offen sind. Ist der Lichteindruck auf beide Augen verschieden, so ist gleichwohl die Grösse der Pupille auf beiden Augen gleich und entspricht dem Mittel aus beiden Lichteindrücken. Den Antheil, den die Iris am Akkommodationsvermögen hat, werden wir weiter unten besprechen.

Verhalten der Lichtstrahlen im Auge. Das Licht wird in den durchsichtigen Medien des Auges gebrochen und in Folge der kugelförmigen Gestalt dieser Medien gesammelt. Von jedem leuchtenden Punkte tritt ein Strahlenkegel an das Auge heran; durch das Brechungsvermögen der durchsichtigen Medien werden die in das Auge tretenden Strahlen so gebrochen, dass dem ersten Kegel ein zweiter entspricht, dessen Basis auf der Kornea und dessen Spitze auf der Retina liegt. Dieser Doppelkegel zeigt in seinen beiden Spitzen den leuchtenden Punkt des Objektes und das Punktbild auf der Retina. Nur ein Lichtstrahl, welcher mit der Sehachse und folglich mit dem Einfallslothe auf die brechenden Medien zusammenfällt, geht ungebrochen durchs Auge hindurch, während alle anderen Strahlen eine geringere oder grössere Ablenkung erfahren.

Liegt der leuchtende Punkt nicht in der optischen Achse, so dringt derjenige Lichtstrahl, welcher in der Mitte des vom leuchtenden Objekt kommenden Lichtkegels liegt, durch das Auge bis zur Retina in einer scheinbar geraden Linie; in der Wirklichkeit wird er auch gebrochen, aber so, dass er sich hinter und vor der Brechung parallel bleibt. Man nennt diese Linien die Richtungs- oder Sehlinien, sie verbinden den leuchtenden Punkt mit einem Netzhautbilde und kreuzen sich bei gleichbleibendem Akkommodationszustande sämmtlich in einem Punkte des Auges; dieser Kreuzungspunkt fällt nach Volk-

mann mit dem Drehpunkte des Auges zusammen, nach Listing liegt er ganz nahe hinter der Linse. Bei räumlicher Ausdehnung des Objektes entwirft dasselbe auf der Retina ein umgekehrtes, verkleinertes Bild. Das Netzhautbild ist kleiner als das Objekt, weil letzteres zum Zwecke des deutlichen Sehens weiter vom Auge stehen muss, als die doppelte Brennweite desselben beträgt. Abgesehen davon, dass die Experimente mit einfachen Glaslinsen, mit dem Ruete'schen Ophthalmotrop, mit den Augen weisser Kaninchen den Beweis dafür liefern, hat Volkmann durch ein Experiment an lebenden Menschen diese Wahrheit ad oculos demonstrirt. Am geeignetsten zu diesen Beobachtungen sind Personen mit grossen, etwas vorspringenden Augen, blonde Leute, deren weisse Augenhaut durch einen bläulichen Schimmer ihre grössere Durchsichtigkeit verräth. Wenn man einen Menschen von dieser Konstitution das Auge möglichst stark nach aussen wenden lässt und dann, wiederum nach aussen, unter einem Winkel von 80—85^0 eine helle Lichtflamme anbringt, so kann man das Netzhautbildchen in der Gegend des inneren Augenwinkels durch die Sclerotica hindurchschimmern sehen. Volkmann sah bei einem jungen Mädchen dieses Bild so deutlich, dass er die Umkehrung der Flamme wahrnehmen konnte. Er hat diesen interessanten Versuch dazu benutzt, um die Lage der Richtungslinien im Menschen direkt zu bestimmen. Aus fünf Beobachtungreihen zieht er folgende Mittelzahlen für die Lage der Kreuzungspunkte der Richtungslinien:

a. Hinter dem vordersten Punkte der Hornhaut 3''', 97.
b. Von dem hintersten Punkte der Linse . . 0''', 43.
c. Von dem Achsenpunkte der Netzhaut . . 6''', 23.

Der Winkel, welcher zwischen den im Kreuzungspunkte sich schneidenden Richtungslinien zweier Objektspunkte liegt, heisst der Gesichtswinkel. Er wächst mit der Entfernung der Punkte des Objektes von einander, und da der Winkel zwischen den Richtungslinien vor und hinter dem Kreuzungspunkte sich gleich ist, so wächst auch mit dem Winkel vor dem Kreuzungspunkte die Entfernung der entsprechenden Punkte des Netzhautbildchens. Gegenstände verschiedener Entfernungen, welche gleich grosse Sehwinkel haben, müssen auch gleich grosse Bilder auf der Netzhaut entwerfen, und wenn sie zu demselben Sehnerven gehören, muss ihr Bild dieselbe Stelle

der Netzhaut einnehmen. Da man mit ziemlicher Gewissheit die Lage des Kreuzungspunktes weiss, so lässt sich, wenn auch die Grösse und Entfernung des Objektes bekannt ist, die Grösse des Sehwinkels und des Netzhautbildchens leicht durch Rechnung finden, denn es verhält sich die Grösse des Objektes zu der Grösse des Netzhautbildchens, wie die Entfernung des Objektes vom Kreuzungspunkte zu der Entfernung dieses von der Retina. Demnach erscheint ein Objekt in der Nähe grösser, in der Ferne kleiner.

Einrichtung des Auges für verschiedene Entfernungen. Akkommodationsvermögen. Schon aus dem Vorhergehenden ist klar, dass für das deutliche Sehen in verschiedenen Fernen Veränderungen im Auge nöthig sind. Die Vereinigungsweite ist für fernere Gegenstände der Linse etwas näher, für nähere von der Linse etwas ferner. Der Sammelpunkt der Lichtstrahlen hängt von dem Winkel ab, in welchem sie ins Auge fallen. Ist der Sehapparat so eingerichtet, dass er Lichtstrahlen eines Objektes von bestimmter Entfernung auf der Netzhaut vereinigt, so kann er nicht gleichzeitig geeignet sein, auch Lichtstrahlen eines zweiten, näheren oder entfernteren Gegenstandes auf derselben zusammenzubrechen. Die vollständige Demonstration dieser Behauptung hängt von dem Gesetz ab, dass das Verhältniss zwischen dem Sinus des Einfallswinkels und dem Sinus des Brechungswinkels sich gleich bleibt, mag auch die Neigung des einfallenden Strahles eine grosse oder kleine sein. Liegt der Fokus nicht in der Netzhaut, so wird in dieser jedesmal ein Zerstreuungskreis, statt eines beleuchteten Punktes vorhanden sein. Es folgt daraus, dass zum deutlichen Sehen der Objekte in verschiedener Entfernung Veränderungen des Auges nöthig sind, durch welche der Refraktionszustand der Entfernung der Objekte angepasst wird. Die Richtigkeit dieses nach optischen Gesetzen schon feststehenden Satzes wird durch folgende Thatsache noch erhärtet: Visirt man mit nur einem offenen Auge die sich deckenden Enden zweier Nadeln, welche in verschiedener Entfernung von einander aufgestellt sind, so erscheint die erste deutlich, wenn die zweite nebelig erscheint, und die zweite deutlich, wenn die erste undeutlich gesehen wird. Beide Bilder liegen in der optischen Achse und decken sich, und doch hängt es von einer willkürlichen, im Auge fühlbaren Anstren-

gung ab, das erste oder das zweite deutlich zu sehen. Sehr viele Autoren haben eine derartige Akkommodationskraft dem Auge abgesprochen. Treviranus sucht zu beweisen, dass wir mit Hülfe der geschichteten Linse sowohl nahe als entfernte Gegenstände gleich deutlich sehen können. Das Irrige dieser Behauptung hat auf mathematischem Wege Kohlrausch nachgewiesen. Zu dieser Widerlegung sind aber schon die physiologischen Erfahrungen hinreichend; am schlagendsten beweist das Gegentheil der Scheinersche Versuch; dasselbe gilt von dem obengedachten Experiment mit den zwei Nadeln und von hintereinander gehaltenen, wechselsweise mit einem Auge fixirten Fingern. Haldat fing das Licht, welches durch eine Krystalllinse getreten war, auf einem Hintergrunde auf und meinte zu finden, dass Lichtstrahlen, gleichviel ob sie aus der Nähe oder Ferne einfielen, auf demselben Hintergrunde gesammelt würden. Magendie beobachtete die Netzhautbildchen an dem präparirten Auge eines weissen Kaninchens und fand die Deutlichkeit derselben von der Entfernung unabhängig. Valentin will dasselbe sogar am künstlichen Auge gefunden haben. Betrachtet man aber die Bilder verschieden entfernter Objekte im Kaninchenauge oder im künstlichen Auge mit der Loupe, so sieht man die Verschiedenheit in der Schärfe ihrer Kontouren sehr deutlich. Auch Volkmann und Müller widersprechen den angegebenen Behauptungen. So leicht es aber auch ist, sich von dem Vorhandensein eines Akkommodationsvermögens überzeugt zu halten, eben so schwer hält es, mit Sicherheit die Ursachen anzugeben, durch welche der Refraktionszustand des Auges verändert wird. Man hat sie in sehr verschiedenen Theilen des Auges gesucht: 1) In den Bewegungen der Iris; 2) in Verrückung der Linse; 3) in der Verlängerung der Achse des Auges; 4) in der Veränderung der Konvexität der Hornhaut und der Linse.

Von allen diesen Hypothesen hat die von der Ortsbewegung der Linse am meisten Anklang gefunden. Volkmann wirft dagegen ein, dass hierzu ein Bewegungsapparat gehöre, der noch nicht vollständig nachgewiesen sei; dass, nach den Berechnungen von Olbers, Moser und Senff, eine Verschiebung der Linse von $\frac{1}{2}'''$ nöthig sein würde; dass Wasser nicht komprimirbar sei und dass sie demnach nicht vordringen kann, ohne den Humor aqueus zur Seite zu drängen, was nach der bis-

jetzt bekannten Konstruktion der Camera anterior nicht denkbar ist. Für die Lokomotion der Linse lässt sich anführen: 1) Dass bei der grossen Brechungskraft die Bewegung der Linse nur sehr wenig zu sein braucht. Nach Valentin lässt sich berechnen, dass die Linse nur um nahe $1/10'''$ vorzurücken braucht, um das Sehen in einer Entfernung von 4″ und in unendlicher Ferne zu vermitteln. 2) Die Lage, Struktur und Verbindung der Krystalllinse mit dem Ziliarkörper sprechen für die Möglichkeit einer Lokomotion. 3) Nach der Extraktion des grauen Staares ist das Akkommodationsvermögen sehr geschwächt. 4) Durch Eintröpfelung von Belladonna ins Auge wird nicht blos die Pupille erweitert, sondern auch das Akkommodationsvermögen für nahe Objekte vermindert, weil mit der Iris auch das Corpus ciliare geschwächt wird; von der Erweiterung der Pupille hängt die Veränderung der Akkommodation nicht ab, was der Scheinersche Versuch beweist. 5) Anschwellung des Ziliarkörpers und dadurch bewirkte Hervordrängung der Linse verursacht Kurzsichtigkeit. 6) Hueck beobachtete das Hervordrängen der Iris durch die Linse bei Fixation naher Gegenstände.

Je erheblicher jedoch die Bedenken selbst gegen die letztgebrachte Hypothese sind, um so nothwendiger scheint es, auf alle Nebenumstände zu achten, welche den Akkommodationsprozess begleiten. So steht die Weite der Pupille zu der Entfernung der Gegenstände in einer gewissen Beziehung; bei gleichbleibendem Lichte verengert sich nämlich die Pupille um so mehr, je näher die fixirten Gegenstände liegen. Es könnte demnach scheinen, dass das Deutlichsehen ferner Gegenstände in einer Erweiterung, naher aber in einer Verengerung der Pupille seinen Grund habe. Jedoch lässt sich dagegen einwenden, dass bei gänzlichem Mangel der Iris die Akkommadationsfähigkeit als noch vorhanden beobachtet wurde, dass Aehnliches nach Erweiterung der Pupille durch Belladonna, bei völliger Unbeweglichkeit derselben in Paralysen des Okulomotorius stattfindet. Am schlagendsten dagegen spricht der Scheinersche Versuch. Hält man nämlich das Löchelchen eines Kartenblattes unmittelbar vor das Auge, so ist man doch noch im Stande, nahe und entfernte Objekte deutlich zu sehen. Doch übt die Iris dadurch einen indirekten Einfluss auf das Akkommodationsvermögen, dass sie als Diaphragma wirkt.

Interessant ist ferner der von Porterfield nachgewiesene Zusammenhang zwischen Akkommodation und Augenstellung. Das durch die Akkommodationsfähigkeit ungleiche deutliche Sehen ferner und naher Gegenstände hat jedoch nach beiden Seiten seine Grenzen. Man nennt die weiteste Grenze den Fernpunkt, die geringste den Nahepunkt, die Ausdehnung, welche zwischen beiden liegt, die Sehweite oder den Raum des deutlichen Sehens. Da nicht alle Menschen das Akkommodationsvermögen in gleicher Stärke besitzen, ja einzelnen dasselbe fast gänzlich zu mangeln scheint, so werden auch die drei angegebenen Momente bei verschiedenen Individuen zu beobachten sein. Die mittlere Sehweite wird von den meisten Autoren zwischen 8 bis 10″ angegeben.

Kurzsichtigkeit, Myopie. Der Kurzsichtige, Myops, sieht nahe Gegenstände deutlich und scharf, ferne undeutlich oder gar nicht. Der Grund davon ist eine Erhöhung des Refraktionsvermögens. Die brechenden Medien eines Myops vereinigen nur Lichtstrahlen von nahen Gegenständen zu einem Bilde auf der Netzhaut, während die Bilder ferner Objekte vor die Netzhaut in den Glaskörper fallen und auf der Retina nur Zerstreuungskreise bewirken. Der Nah- und Fernpunkt stehen im Mittel etwa 4—12″ von einander. Zu geringe Krümmungshalbmesser oder zu starke Krümmungen, hohe Ablenkungskoeffizienten durch grössere Dichtigkeit der Medien oder eine zu beträchtliche Länge der Sehachse werden die Kurzsichtigkeit bedingen können. Man findet in der That, dass stark gewölbte, vollsaftige oder wassersüchtige Augen zu diesem Fehler am meisten geneigt sind. Ruete unterscheidet drei Arten von Kurzsichtigkeit, je nach den kausalen Verhältnissen:

1. Die erste Art entsteht durch Krampf der Ziliarnerven, wodurch eine Lokomotion der Linse nach vorn herbeigeführt wird. Sie ist meist intermittirend und hängt wahrscheinlich von einer Affektion des N. sympath. ab.

2. Die oben angegebenen Veränderungen in den brechenden Medien, wodurch der Refraktionszustand erhöht wird, bedingen die zweite Art. Individuen vor dem 12.—16. Lebensjahre sind höchst selten kurzsichtig, obgleich ihre Hornhaut und Linse gewölbter ist, als die der Erwachsenen. Jedoch zeigen jugendliche Personen, welche an starkem Andrange

des Blutes nach dem Kopfe und an Augenentzündungen leiden, Prädisposition dazu.

3. Die dritte Art der Kurzsichtigkeit entsteht durch unzweckmässige Gebrauchsart der Augen. Sie bildet sich meist in der Jugend aus und kommt sehr allgemein vor.

Weitsichtigkeit, Presbyopie. Hier ist das Vermögen Fernes deutlich zu sehen vorhanden, während dasselbe für nahe Objekte gering ist oder ganz mangelt. Das weitsichtige Auge hat gleich dem normalen keinen Fernpunkt, sein Nahpunkt liegt jedoch weiter vom Auge entfernt, als beim Normalauge, nämlich 15—60″. Das Akkommodationsvermögen ist demnach geschwächt; die Lichtstrahlen eines nahen Gegenstandes entwerfen ein Bild hinter der Retina, während Bilder ferner Objekte auf die Netzhaut fallen. Die Presbyopie kommt meist im Greisenalter vor, obwohl auch Kinder im ersten Lebensjahre weitsichtig zu sein scheinen, da ihre Sehachsen stets parallel stehend zur Fixirung naher Gegenstände gar nicht geeignet sind. Häufig scheint die Presbyopie ein Produkt der Gewohnheit bei Leuten, welche sich stets mit entfernten und grossen Gegenständen beschäftigen, wie Jäger, Hirten, Seeleute, Bauern; sie verlieren die Akkommodation für Gegenstände in der Nähe; ebenso wird die Presbyopie bedingt durch Mangel der Linse nach Staaroperationen, ihre Sehweite beträgt oft kaum 1—2 Zoll. Man hat in neuerer Zeit noch eine Veränderung der gewöhnlich vorhandenen Akkommodationskraft beschrieben und sie Uebersichtigkeit genannt. Sie besteht darin, dass weder nahe noch ferne Objekte deutlich gesehen werden; es scheint ein gänzlicher Mangel der Akkommodationskraft und ein sehr geringes Brechungsvermögen vorhanden zu sein. Dieser Fehler ist meist angeboren oder entwickelt sich sehr früh in der Jugend. Bei gänzlichem Mangel des Akkommodationsvermögens ist nur ein Punkt des deutlichen Sehens vorhanden, was innerhalb und darüber hinausliegt, erscheint undeutlich. Die Ursache davon ist bisjetzt noch unerkannt. Solche Individuen helfen sich mit konvexen Brillen, welche nicht blos dadurch wirken, dass sie die Refraktion erhöhen, sondern auch einen heilsamen Reiz auf die Retina üben.

Brillen. Je nach der Veränderung des Refraktionszustandes wird der Schliff der Gläser verschieden sein müssen.

Ist derselbe, wie bei der Presbyopie zu gering, so werden konvexe die Strahlen sammelnde, im Gegentheile in der Myopie die Strahlen zerstreuende konkave Gläser nöthig sein. Hier ist noch anzuführen, dass die konvexe die Vereinigungsweite des Prebys verkürzende Brille das Objekt auch vergrössert; umgekehrt geschieht dies durch eine Zerstreuungsbrille.

Chromasie der Augen. Gewöhnlich nehmen wir beim Sehen keine Farbensäume wahr, nichts desto weniger ist das Auge chromatisch. Achromatisch ist es nur, so lange das Bild in der Vereinigungsweite desselben aufgefangen wird, oder so lange sich das Auge den Entfernungen des Gegenstandes adaptiren kann. Den Grund dafür hat man bisher nicht angeben können, da die Einrichtung des Auges den physikalischen Ansprüchen an die Achromasie nicht entspricht. Die Chromasie des Auges scheint Scheiner zuerst beobachtet zu haben; sie tritt hervor, wenn man das Fensterkreuz gegen weisse Wolken betrachtet und dabei eine Karte ganz nahe am Auge allmälig über die Pupille schiebt; die Farbensäume erscheinen, sobald letztere zur Hälfte bedeckt ist. Nach Müller kann man sie ebenfalls wahrnehmen, wenn man ein weisses Feld auf schwarzem Grunde so betrachtet, dass der Refraktionszustand einem nähern Gegenstande als dem angeschauten entspricht. Entscheidend für den vorliegenden Gegenstand ist eine Beobachtung Frauenhofers in Gilberts *Annal.*, B. LVI, S. 304. „Hat man im Gesichtsfelde des Fernrohres am Theodolith die rothe Farbe des Spektrums und ist das Okular so gestellt, dass man den Mikrometerfaden vollkommen deutlich sieht, so verschwindet letzterer, wenn man die blaue Farbe des Spektrums in das Gesichtsfeld bringt. Um ihn wieder deutlich zu sehen, muss das Okular bedeutend viel dem Faden näher gerückt werden, und zwar um mehr als das Doppelte der Längenabweichung wegen der Farbenzerstreuung der Okularlinse.“ Dies beweist, dass die verschiedenen farbigen Strahlen im Auge nicht einerlei Vereinigungsweite haben und dass das Auge nicht achromatisch sei.

Wir fügen hier noch, ehe wir diesen optischen Theil des Gesichtssinnes schliessen, einige Messungen und Beobachtungen an, welche für die Beurtheilung der Funktion des Gesichtssinnes von Wichtigkeit sind. Nach Krause ist:

Der Durchmesser vom Mittelpunkte der Vorderfläche der

Hornhaut bis zum Mittelpunkte der hinteren Wölbung des Augapfels oder die äussere Augenachse . .	10''', 5—11'''.
Die innere Augenachse, von der inneren Fläche der Haut bis zur innern Fläche der Hornhaut	9''', 4—10'''.
Der Mittelpunkt einer Pupille von dem der anderen entfernt	25—27'''.
Die Hornhaut in der Mitte dick	$\frac{2}{3}$''',
am Rande dick	$\frac{1}{2}$'''.
Die Vorderfläche der Hornhaut breit . . .	$4\frac{2}{3}$—$5\frac{1}{4}$'''.
Die Vorderfläche der Hornhaut hoch . . .	$4\frac{1}{5}$—$4\frac{4}{5}$'''.
Die Hinterfläche derselben kreisrund mit einem Durchmesser	5—5,5'''.
Der Durchmesser der Pupille	1—2'''.
Der Eintritt des Sehnerven vom hinteren Ende der Augenachse entfernt	1'''.
Der gelbe Fleck der Retina breit	1'''.
Die grösste Achse des Glaskörpers	$9\frac{4}{5}$—$10\frac{1}{4}$.
Der Mittelpunkt der vorderen Linsenfläche vom Mittelpunkte der Hinterfläche der Hornhaut	1—$1\frac{1}{3}$''',
und vom Mittelpunkte der Pupille	$\frac{1}{10}$—$\frac{3}{20}$'''.
Der Mittelpunkt der Hinterfläche der Linse von der Plica centralis retinae	5,4—6,2'''.
Die Achse der Linse von vorn nach hinten .	1,8—2,4'''.
Der vertikale Durchmesser der Linse	4—4,1'''.

Ueber das Brechungsvermögen haben wir von Chossat folgende Angaben:

Hornhaut = 1,333; wässerige Feuchtigkeit = 1,338; die äussere Schicht der Linse = 1,358; die mittlere Schicht derselben = 1,395; des Kernes = 1,420; des Glaskörpers = 1,339.

Von der Retina und ihrer Funktion.

Der Retina und dem N. opticus gehören alle Erscheinungen der Licht- und Farbenempfindung an; sie sind die Lebenseigenschaften der Nervenhaut; ihr gehören auch die Thätigkeiten an, welche, in Wechselwirkung mit dem Sensorium, die Verwandlung der Netzhautbilder in Anschauungen von einem Sehraum, von Nähe und Ferne, von Körperlichkeit und Grösse der Gegenstände bewirken.

Man unterscheidet an der Retina vier Schichten: 1) Die äusserste oder Stäbchenschicht (membr. Jacobi) grenzt an die Chorioidea und besteht aus kleinen, etwa $\frac{1}{100}'''$ langen Stäbchen, welche auf der Retina aufrecht stehen, ohne direkte Verbindung mit den Nervenfasern derselben. Nach Brücke dienen die Stäbchen dazu, das von der Chorioidea nicht vollständig resorbirte und wieder reflektirte Licht auf dieselben Nerventheilchen zurückzuleiten, von denen es zur Chorioidea gelangte. Sie bilden, nach ihm, auf der Rückseite des einfachen, auf Brechung beruhenden Auges der Wirbelthiere ein musivisch zusammengesetztes, auf Isolation begründetes Auge für das von der Chorioidea zurückkommende Licht; 2) eine aus kleinen Kugeln bestehende Schicht an der inneren Fläche der vorigen; 3) eine oder nach Pacini zwei Nervenfaserschichten; 4) die innerste an die Hyaloidea grenzende, gleichfalls aus zellenartigen Körperchen bestehende Schicht. Die funktionelle Bedeutung dieser einzelnen Schichten ist noch nicht vollständig ermittelt.

Die Retina besitzt nur an einer kleinen, umschriebenen Stelle die Fähigkeit des deutlichen Sehens; über dieser hinaus, gegen die Peripherie hin, nimmt dies Vermögen gradweise ab, so dass für die äusserste Peripherie des Gesichtsfeldes keine scharfe Grenze gesetzt werden kann. Der Raum des deutlichen Sehens fällt zusammen mit dem gelben Fleck, in dessen Mitte sich eine Verdünnung zeigt, fälschlich foramen centrale benannt. Die unverhältnissmässig schnelle Abnahme des Distinktionsvermögens, in den seitlichen Theilen des Gesichtsfeldes, beruht nach Volkmann im Wesentlichen auf optischen Gründen und nicht auf Verminderung des Empfindungsvermögens; die eigenthümliche Struktur der Netzhaut an dieser Stelle ist wohl ebenfalls als Grund dafür anzuführen. Nach dem eben Angeführten ist es ersichtlich, dass man immer nur einen Punkt eines Objektes am deutlichsten sieht und dass immer kleine Bewegungen der Augen stattfinden, wenn man andere Punkte derselben ebenso genau sehen will. An der Eintrittsstelle des Sehnerven oder in der Mitte desselben, da wo die Arter. centralis hindurchtritt, sehen wir gar nicht. Mariotte hat zuerst darauf aufmerksam gemacht. Als Beweis dafür kann folgendes Experiment dienen: Man nehme zwei schwarze Punkte, etwa in einer Distanz von 2″ auf einem

weissen Hintergrunde. Schliesst man nun das linke Auge und fixirt mit dem rechten den links liegenden Punkt in der gewöhnlichen Sehweite, so verschwindet der rechte Punkt, weil er sich auf der Mitte des Sehnerven abbildet. — Der Sehnerv selbst hat ebenfalls die Fähigkeit der optischen Thätigkeit, wie man an gesunden Stümpfen nach Extirpationen mehrfach beobachtet hat.

Gesichtskreis. Der Umfang desselben, in welchem Objekte gesehen werden können, wird bestimmt durch die allseitige Bewegung des Augapfels in seiner Höhle bei unbewegtem Kopfe, wobei die Augenachse innerhalb eines Kugelsegmentes von etwa 120^0 nach allen Richtungen herumgeführt werden kann. Die Grösse des Sehfeldes hängt von der Grösse der Netzhaut ab. Es können niemals mehr Bilder auf einmal gesehen werden, als zusammen auf der ganzen Netzhaut Raum haben, und in diesem Sinne ist die vom Sensorium empfundene Nervenhaut das Sehfeld selbst. Man kann sich das Sehfeld vorstellig machen unter dem Gesichtskreis bei unbewegten Augen; allein diese Vorstellung ist von der eigentlichen Grösse des Sehfeldes sehr verschieden. Sieht man durch eine Oeffnung, so gross wie das Auge, in eine Landschaft hinaus, so ist die Landschaft nicht grösser als die Oeffnung, und auf der Retina wird nur ein Raum affizirt gleich dieser Oeffnung. Hieraus geht hervor, dass die Vorstellung das Sehfeld vergrössert. Für ein Kind, welches noch keine Vorstellung von Nähe und Ferne des Gesehenen hat, würde das Sehfeld gleich gross erscheinen müssen, wenn es in eine am Ende geschlossene Röhre hineinsieht, oder wenn es durch dieselbe, aber offene Röhre die ganze Landschaft wahrnimmt.

Empfindungsobjekte der Retina. Die Lebenseigenschaften der Retina sind Licht, Farbe und das Dunkel. Erst durch hinzutretende Konflikte mit anderen Sinnen und der vorstellenden Thätigkeit des Sensoriums nehmen wir Formen und Gestalten der Aussenwelt wahr. Die Projektion der Gesichtsvorstellungen nach aussen scheint ebenso, wie die Bildung derselben, vom Sensorium auszugehen; es werden bei gänzlicher Zerstörung der Retina noch Vorstellungen produzirt und nach aussen projizirt, gleichwie nach Amputation der Glieder noch die Empfindung bleibt, als wären dieselben noch vorhanden. Allein die Retina scheint sich bei der Projektion

nicht ganz passiv zu verhalten; wenn die Projektion nach aussen auch durch das Sensorium bestimmt wird, so scheint doch von der Retina die Richtung bedingt zu werden. Jedem Bild ist seine Richtung durch die Lage auf der Netzhaut und durch die Lage dieser Stelle zur ganzen Netzhaut bestimmt und in derselben Ordnung, aber ohne Kreuzung projiziren sich die Gegenstände in der Vorstellung.

Der Gang der Lichtstrahlen durch die brechenden Medien bis zur Retina heran, erzeugt physikalisch ein umgekehrtes Bild; was unten ist, zeichnet sich oben, was links, rechter Seits auf der Retina ab; und doch nehmen wir bei richtiger Akkommodation und Stellung des Auges die Objekte in einer der Wirklichkeit entsprechenden Lage wahr. Müller äussert sich über dieses Problem in folgender Weise: „Meine Ansicht von der Sache, welche ich bereits in der Schrift über die Physiologie des Gesichtssinnes entwickelte, ist die, dass, wenn wir auch verkehrt sehen, wir niemals als durch optische Untersuchungen zu dem Bewusstsein kommen können, dass wir verkehrt sehen, und dass, wenn Alles verkehrt gesehen wird, die Ordnung der Gegenstände in keiner Weise gestört wird. Es ist wie mit der täglichen Umkehrung der Gegenstände mit der ganzen Erde, die man nur erkennt, wenn man den Stand der Gestirne beobachtet, und doch ist es gewiss, dass innerhalb 24 Stunden Etwas im Verhältniss zu den Gestirnen oben ist, was früher unten war. Daher findet beim Sehen auch keine Disharmonie zwischen Verkehrtsehen und Geradfühlen statt; denn es wird eben Alles und auch die Theile unseres Körpers verkehrt gesehen und Alles behält seine relative Lage". Dieser Alles auf den Kopf stellenden Theorie widersprechen andere Autoren und sind der Ansicht, dass die in Rede stehende Thatsache am wahrscheinlichsten auf einer Vergleichung des Sehens und des Fühlens mittels unserer Seelenthätigkeit beruhe. Volkmann erklärt die Auffassung der Richtung der Gesichtsobjekte hauptsächlich durch das Muskelgefühl in den Augenmuskeln. Betrachtet man z. B. einen Gegenstand, so hat man, um rechts und links an ihm zu unterscheiden, erst die eine, dann die andere Seite zu fixiren. Fixirt man die nach rechts liegende Seite, so muss man die Sehachse nach der Stelle hinrichten, es muss das Auge sich nach rechts wenden. Diese Bewegung

fühlen wir und nach diesem Gefühl beurtheilen wir den Stand des Objektes. Dasselbe gilt von oben und unten.

Gestalt, Grösse, Entfernung, Bewegung. Die Auffassung der Gestalt der Körper ist theils Folge der Empfindung, theils kombinirter Vorstellungen. Zunächst empfinden wir nur die affizirte Fläche der Netzhaut, die Dimension in die Tiefe ist Erkenntniss aus dem Getast. Ebenso hängt die scheinbare Grösse der Gegenstände zunächst von der Grösse des affizirten Theiles der Netzhaut, oder von der Grösse des Gesichtswinkels ab. Die Schätzung der wahren Grösse jedoch ist Sache des kombinirenden Urtheils aus schon vorhandenen Vorstellungen. Dasselbe gilt von der Beurtheilung der Nähe und Ferne der Objekte; beide Urtheile sind keine ursprünglichen Aperzeptionen, sondern gehen aus der Uebung — Augenmaass — als erworben hervor; für das Kind liegt Alles in gleicher Ferne, es greift nach dem Monde wie nach den glänzenden Metallknöpfen am Rocke seines Vaters. „Nur die reinen Raumanschauungen sind mit der Anlegung des Sehorgans primitiv gegeben. Ein Auge kann nicht ohne Sehfeld und ein Sehfeld nicht ohne Aperzeption des räumlichen Nebeneinander gedacht werden, aber die Raumanschauung, eben weil sie nur Anschauung ist, beschränkt sich auf das Gesichtsfeld, sodass das Sehen, als reine Empfindung, von einem Raume ausser diesem Gesichtsfelde nicht die mindeste Notiz nimmt.“ — Das Urtheil über Bewegung der Gesichtsobjekte hängt theils von der Bewegung des Bildes über die Netzhaut, theils von der Bewegung der Augen ab, welche einem bewegten Körper folgen. In letzterem Falle bewegt sich das Bild nicht über die Netzhaut hin und wir werden von der Bewegung unterrichtet durch die Empfindung der sich kontrahirenden Muskeln, oder aus den vom Sensorium zu den Augenmuskeln gesandten Strömungen. Wir urtheilen, dass ein Objekt sich bewegt, wenn sein Bild über die Netzhaut hingeht, während das Auge und der Körper ruht; eine scheinbare Bewegung kommt zu Stande, wenn sich der Körper — Schiff — bewegt, auf dem wir uns ruhig verhalten. Bewegt sich das Bild über die Netzhaut und die Augenmuskeln zugleich in entsprechender Weise, wie beim Lesen, so urtheilen wir, dass das Objekt ruhig sei; wir verändern nur unsere Stellung zum Objekt. Auf eine andere Scheinbewegung hat Purkinje auf-

merksam gemacht. Hierher gehören die fortdauernden Kreisbewegungen der Gegenstände im Schwindel; er hat durch höchst interessante Beobachtungen dargethan, dass diese Erscheinungen von einem dem Gehirn mitgetheilten Impuls zur Bewegung in der bestimmten Richtung abhängen.

Noch einen psychischen Akt haben wir hier zu erwähnen, nämlich die Aufmerksamkeit beim Sehen; fehlt diese, so starrt das offene Auge ins Blaue ohne bestimmte Sehempfindung. Ist die Aufmerksamkeit vorhanden, so kann sie sich das Sehfeld zergliedern, einzelne Punkte des Objektes nach einander festhalten und eine deutliche Vorstellung von den Theilverhältnissen des Gegenstandes gewinnen.

Nachbilder. Die affizirte Netzhaut hat die Eigenschaft der Nachwirkung. Hat man einen hellen Gegenstand, z. B. die Fenster, sehr lange unverwandt angesehen, so erhält man ein Nachbild, das noch einige Zeit andauert und dann nach und nach langsam abklingt. Nach Plateau dauert in den gewöhnlichen Fällen die Empfindung 0,32 — 0,35 Sekunden über den Gesichtseindruck, jedoch nimmt die Dauer der Nachwirkung im geraden Verhältniss zu mit der Dauer und Heftigkeit des Gesichtseindruckes und mit der Grösse der Reizbarkeit der Retina. Ein Sonnenbild kann Tage, ja Wochen lang im Sehfelde verharren und so werden Nachbilder bei krankhaft gereizten Netzhäuten den Menschen oft zur Qual. Aus den Nachbildern erklärt sich die Erscheinung eines feurigen Kreises bei rotirender Bewegung eines Lichtes, des Schwindels u. s. w. Die Nachbilder sind entweder farblose von farblosen objektiven Bildern, oder farbige nach farblosen, oder farbige Nachbilder nach farbigen objektiven Bildern. — Das farbige Nachbild von einem sehr heftigen Lichteindruck auf die Retina durchläuft bis zum völligen Abklingen, d. h. bis zur Erholung der Retina, eine Reihe von subjektiven Farben; so folgen auf das dunkele Nachbild der Sonne auf lichtem Grunde nach Müller folgende Farben: schwarz, blau, grün, gelb, weiss. Sieht das Auge aus der Sonne ins ganz Dunkele, so folgen die Farben vom Weissen und von der hellsten bis zur dunkelsten Farbe, zuletzt bis zum schwarzen — weiss, gelb, orange, roth, blau, schwarz. — Die Nachbilder von farbigen Objekten sind immer farbig und es herrscht hier die Eigenthümlichkeit, dass bestimmten Farben auch bestimmte farbige Nachbilder folgen. Fixirt man eine

Zeit lang roth, so erscheint grün, auf blau — orange, auf gelb — violet; man hat diese farbigen Nachbilder komplementäre Farben genannt. Nimmt man roth, blau und gelb als die Hauptfarben, so entspricht jeder derselben immer eine Mischfarbe aus den beiden andern, so erzeugt roth, grün — gelb, violet u. s. w. Die physikalische Erklärung stimmt hier mit der physiologischen vollständig überein. Das weisse Licht enthält alle Farben zugleich. Sieht die Netzhaut von einem objektiven rothen Bilde weg, so ist sie für das rothe Licht abgestumpft und die übrig gebliebenen Farben des Weissen, für welche das Auge noch reizbar blieb, geben das Grün. In ähnlicher Weise kann man eine rein physiologische Erklärung der komplementären Farben aufstellen. Das Roth, Blau, Gelb sind die drei Hauptzustände der Netzhaut; ist sie für den einen durch lange Fixation abgestumpft, so bleiben die andern noch übrig und geben einen Mischzustand. — Hierher gehören auch die farbigen Schatten. Wenn ein Gegenstand gleichzeitig durch weisses und durch farbiges Licht erleuchtet wird, in der Weise, dass zwei Schatten entstehen, so erscheinen dieselben in komplementärer Färbung. — Legt man ein Papierschnitzel auf einen farbigen Grund, so wird dasselbe in der komplementären Farbe erscheinen. Müller nennt die hierher gehörenden Erscheinungen physiologische Farben durch Kontraste, sie sind jedoch nichts anderes als Nachbilder.

Einfach- und Doppeltsehen. Beide Netzhäute vereinigen sich durch gleichzeitige Wirkung im Einfachsehen. Es vereinigen sich also immer zwei Punkte beider Netzhäute zur Produktion eines Punktes in dem einen Gesichtsfelde. Man nennt solche Punkte der Netzhäute, welche sich zu einer Empfindung vereinigen, identische, und solche, die dies nicht thun, differente. Legt man die eine Netzhaut in die andere, so sind alle sich deckende Punkte identische; demnach ist die innere Stelle des linken Auges identisch mit der äusseren des rechten, die obere und untere des einen mit der oberen und unteren Stelle des anderen. Fällt nun Licht auf identische Punkte der Netzhäute, so sieht man einfach, doppelt, wenn differente Punkte getroffen werden. Die Identität gewisser Stellen der Netzhaut hat Müller aus den Druckfiguren mit ziemlicher Genauigkeit nachgewiesen. Drückt man mit dem Finger eine bestimmte Stelle der geschlossenen Augen, so ent-

steht ein feuriger Kreis im Sehfelde an der der gedrückten entgegengesetzten Stelle; es treten jedoch zwei Kreise hervor, wenn man an dem einen Auge oben und dem andern unten drückt. Drückt man die äusseren oder inneren Stellen der Augen gleichzeitig, so entstehen ebenfalls zwei Kreise. Wird dagegen der Druck des Fingers im Dunkeln an beiden geschlossenen Augen unten angebracht, so erscheint nur ein feuriger Kreis oben in der Mitte des Sehfeldes; wird der Druck oben angebracht, so erscheint ein Kreis unten. — Treviranus, Steinbach, Spiess u. A. behaupten, dass die Identität der Sehfelder eine anerzogene sei; daher sähen Kinder in der frühesten Jugend und Schielende im Anfange doppelt. Bei Beiden verliere sich nach und nach das Doppeltsehen und bei den Schielenden werde nach Maassgabe der verkehrten Stellung der Augen eine neue, von der früheren verschiedene Identität der Netzhäute gebildet, wodurch ungeachtet des Schielens das Einfachsehen hergestellt werde. Das Falsche dieser Annahmen liegt auf der Hand. Ebenso irrthümlich ist die Behauptung Porterfield's, welcher das Einfachsehen von dem Vermögen, die Gegenstände da zu sehen, wo sie sich befinden, ableiten will. Die Identität beider Netzhäute ist angeboren, ist in der Organisation der Augen selbst, insbesondere im Gehirn begründet.

Horopter. Fixirt man einen Gegenstand mit beiden Augen, so wird dieser zwar am schärfsten gesehen, aber man erblickt zu allen Seiten des fixirten Gegenstandes noch viele andere einfach. Zieht man nun durch alle einfach gesehenen Punkte eine Linie, so entsteht ein Kreis, den man Horopter-Kreis genannt hat. — Das Wheatstone'sche Stereoskop zeigt auf eine sehr instruktive Weise die Verschmelzung zweier Eindrücke zu einem. Man mache von irgend einem Körper zwei genau gleiche Zeichnungen. Beide Zeichnungen betrachte man gleichzeitig durch zwei ihnen gegenüberstehende Spiegel mit beiden den Spiegeln sehr nahe gehaltenen Augen, sodass das eine Auge in den einen, das andere in den anderen Spiegel sieht; sehr bald erhält man den Eindruck einer einzigen Zeichnung.

Subjektive Gesichtserscheinungen. Die Thätigkeit der Retina liefert, ohne durch den adäquaten Reiz des äussern Lichtes veranlasst zu sein, eine Reihe von Erscheinungen, welche man subjektive genannt hat. Hierher gehören

1) die Druckfiguren; 2) die Aderfigur, eine Projektion des Sehfeldes, hervorgerufen durch den Druck der mit Blut gefüllten Gefässe auf die Retina; 3) Lichterscheinungen des Pulses bei Kongestionen nach dem Kopfe; die Erscheinungen sind isochronisch mit dem Pulsschlage; 4) sichtbare Blutbewegung, beim Betrachten des Himmels, bei längerem unverwandten Ansehen einer Fläche von Schnee, Papier. Die Erscheinung stellt sich als ein Durcheinander von bald hellen, bald dunkeln, oft geschwänzten Kugeln dar; das Analogon dafür in den Gefühlsnerven ist das Ameisenlaufen; 5) Erscheinen leuchtender Kreise im dunkeln Gesichtsfelde bei plötzlicher Seitenbewegung der Augen; 6) elektrische Figuren im Auge bei Applikation des Galvanismus; 7) Flimmern vor den Augen nach dem Gebrauche der Narkotika; 8) Scheinbewegungen der Gegenstände nach häufigem Drehen des Körpers, Schwindel.

Mangelhafter oder fehlender Farbensinn. Viele Menschen können die Farben und ihre Nüanzen gar nicht unterscheiden (Achromatopsie), anderen fehlt das Blau (Akyanopsie) und wieder anderen das Roth (Anerythropsie). Noch häufiger ist das Verwechseln selbst sehr heterogener Farben (Chromatopseudopsie). Diese Fehler sind meist angeboren und beruhen nicht nur in einer subjektiven Reaktion der Retina, sondern oft und vielleicht meist in einer fehlerhaften Refraktion der Augenmedien.

Vom Riechen.

Das Riechen ist die Wahrnehmung der riechbaren Stoffe durch den Geruchssinn.

Von den riechbaren Stoffen.

Ueber die Natur der riechbaren Stoffe ist unsere Kenntniss sehr gering. Es sind dieselben als abgelöste Theilchen der riechenden Körper, welche in der atmosphärischen Luft aufs Feinste vertheilt werden, anzusehen. Es ist aber diese Verflüchtigung eines Körpers allein nicht hinreichend, um ihn dem Geruchssinne wahrnehmbar zu machen, es würde hierzu das Vorhandensein von bestimmten Riechstoffen in dem Körper erforderlich, deren Ausströmen das Riechen vermittelt. Man vermag daher auch aus den meisten riechenden Körpern Sub-

stanzen darzustellen, welche die Geruchseigenschaften derselben konzentrirt wiedergeben und als Träger dieser Eigenthümlichkeiten angesehen werden können, z. B. die Pflanzenöle etc. Aber diese Substanzen stellen keinesweges den Riechstoff des Körpers selbst dar, sie enthalten denselben nur in grösserer Menge und erleichtern durch ihre eigenthümliche Natur das Ausströmen desselben.

Der Riechstoff lässt sich weder positiv durch chemische oder physikalische Prüfungsmittel, noch negativ an dem Körper, aus welchem er entströmt, nachweisen, und es ist auch unentschieden, ob er ein bestimmter, dem riechenden Körper anhängender Stoff ist, oder das Produkt eines chemischen Prozesses in demselben. In vielen Fällen findet das Letztere statt, indem der Geruch sich nur bei bestimmten chemischen Vorgängen in dem Körper entwickelt und mit der Beendigung derselben wieder verschwindet. Es lässt sich mit Gewissheit annehmen, dass der Moschusgeruch von keiner eigenthümlichen Substanz, sondern von einem Zersetzungsprozesse organischer Körper, welcher die Erzeugung flüchtiger Verbindungen veranlasst, herrührt.

Direkte Versuche über den Gewichtsverlust der Körper durch das Ausströmen des Riechstoffes haben keine Resultate geliefert. 100 Gr. Ambra, welche einen starken Duft verbreiteten, zeigten in 3½ Tagen keinen irgend merklichen Gewichtsverlust (Boyle); ein Gleiches fand Valentin beim Moschus. Bei Körpern, welche sich selbst verflüchtigen und stark riechen, muss die Gewichtsabnahme dem Verflüchtigungsprozesse zugeschrieben werden. Bidder (Wagners *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. II, S. 918) nimmt zwar zwei Arten des Geruches an. Bei dem einen besitzen die Körper, und er nennt diese die riechenden, die Eigenschaft, Partikeln ihrer selbst der umgebenden Luft abzugeben; bei dem anderen verbreitet sich das Riechbare nur in den nächsten Luftschichten, was er als Duften hinstellt, und wird erst durch Strömungen in der Luft weitergeführt.

Diese Verflüchtigung des Körpers ist jedoch von dem Ausströmen des Riechstoffes zu trennen, mit welchem sie nicht identisch ist, wol aber ist sie im Stande, für eine Strecke dieses Ausströmen zu verstärken. Es ist nach Valentin zwar festgestellt, dass vor Allem solche Körper, welche der Verflüchtigung

fähig sind, d. h. in den elastisch-flüssigen Zustand übergehen, Gerüche verbreiten, aber es ist dennoch unentschieden, ob dieser elastisch-flüssige Zustand ein nothwendiges Requisit für den Geruch sei. Nach Bidder muss der Riechstoff luftförmig sein und durch die Luft dem Geruchsorgane zugeführt werden, um durch dasselbe wahrgenommen zu werden. Die Annahme von einer Verbreitung der Riechstoffe im Wasser weist derselbe vollständig zurück, ohne sich hierbei jedoch auf bestimmte Versuche zu stützen.

Ueber die Entwickelung des Riechbaren lässt sich Folgendes angeben. Es entwickelt sich um so schneller und intensiver, je flüchtiger der Körper, an dem es haftet, verschwindet aber auch hiermit um so schneller. Bei dieser Ausströmung aus dem Körper, dem es ursprünglich angehört, geht es jedoch auf andere Körper über, welchen es begegnet, oder es haftet diesen durch direkte Uebertragung des riechenden Körpers an. Die verschiedenen Riechstoffe zeigen sich hier durchaus verschieden, indem einige eine grosse Neigung haben, sich an fremde Körper anzuheften, andere nicht, d. h. von dem elastisch-flüssigen Zustande wieder in den festen überzugehen; es hängt dieses auch von der Natur der Körper, mit denen das Riechbare in Berührung kommt, ab, indem es an solche von poröser, rauher, fein zertheilter Oberfläche, wie Wolle, Baumwolle, Papier, leicht anhaftet und dann oft mit unglaublicher Zähigkeit hier verbleibt; so hatten nach Haller Papiere, die durch einen Gran Ambra durchduftet waren, ihren Geruch noch nach 40jähriger Aufbewahrung nicht verloren.

Die Entwickelung des Riechstoffes wird im Allgemeinen durch einen gewissen Grad von Feuchtigkeit befördert, und es scheint Wasserdunst daher vorzüglich der Träger der Riechstoffe zu sein. So duften Blumen besonders bei Nacht, zu welcher Zeit alle Vegetabilien Wasserdunst von sich geben; aromatische Kräuter geben im völlig trockenen Zustande keinen Geruch; derselbe erscheint aber, sobald sie angefeuchtet werden; bitumenhaltige Substanzen riechen erst dann, wenn sie angefeuchtet werden. Ebenso begünstigt die Wärme das Ausströmen des Riechstoffes. Bei Metallen wird durch Reibung oft der eigenthümliche Geruch entwickelt; und auch bei den meisten riechenden Körpern bewirkt das Reiben eine stärkere Geruchsentwickelung, indem es die Verflüchtigung theils

durch Wärme, theils auf mechanische Weise befördert. Uebermässige Hitze hingegen vernichtet den Geruch, vielleicht durch rasche Austreibung, daher geglühte Körper geruchlos sind. Ebenso auch eine zu niedere Temperatur. Auch chemisch-zersetzende Substanzen zerstören den Geruch. Nach einer Beobachtung von Huyghens und Papin bewahrte eine Rosenknospe 14 Tage lang unter einem luftleeren Gasrezipienten eingeschlossen ihren Geruch vollständig, wiederum in die Atmosphäre gebracht wurde sie schon innerhalb zwei Stunden geruchlos.

Zur Wahrnehmung von Stoffen sind Minima des Riechbaren schon hinreichend; geringe Mengen von Substanzen, welche genossen werden, geben sich in dem Geruch der Haut- und Lungenausdünstung oft zu erkennen.

Von dem Geruchsorgane.

Das Organ, durch welches das Riechen vermittelt wird, ist die Nase, welches um so entwickelter erscheint, je grösser die Ausdehnung der weicheren Oberfläche bei kleinem Raume, den es einnimmt. Es zeigen in dieser Beziehung namentlich die Muscheln eine regelmässige Stufenfolge in ihrer Entwicklung. Die Nasenhöhle stellt in den frühesten Perioden ihrer Bildung beim Menschen und den Säugethieren zunächst eine zu beiden Seiten über der Mundspalte liegende einfache Grube mit wulstigem Rande dar. In weiterem Verfolge der Entwicklung dringt dieselbe von Aussen nach Innen tiefer in den Gesichtstheil des Kopfes ein und öffnet sich endlich in die Mundhöhle; zuerst bildet sie einen einfachen Gang und später entstehen in dessen Aussenwänden Längswülste, die Muscheln, und zwischen denselben Einfurchungen, die Nasengänge. Durch weiteres Umrollen der Muscheln wird die Riechfläche vergrössert. Zur Zeit der Geburt und in den ersten Lebensjahren hat die Nasenhöhle eine verhältnissmässig geringe Ausdehnung, namentlich im senkrechten Durchmesser, Siebbeinzellen und Muscheln sind klein, und die Nebenhöhlen fehlen entweder noch ganz, wie Keilbein- und Stirnhöhle, oder sie sind noch unvollkommen entwickelt, wie die Kieferhöhle. Daher die Schwäche der Geruchseindrücke in den ersten Lebensjahren. Bei den Säugethieren erreicht das Geruchsorgan die

höchste Entwicklung; bei den Menschen ist unter diesen die Entwicklung verhältnissmässig am geringsten.

Die ganze Nasenhöhle ist von einer Schleimhaut bekleidet, die an den Wänden der Haupthöhle überaus fest angeheftet und mit einem sehr weichen schleimabsondernden Apparate versehen ist, der zwar nur aus einfachen oder dicht aggregirten Bälgen besteht. Sie hat daher die beträchtliche Dicke von ½ — 1‴, sodass der Raum der knöchernen Nase durch sie verengt wird und zwischen der Wölbung der Muscheln und Nasenscheidewand selten mehr als 1‴ beträgt. Durch ihre sehr zahlreichen Kapillargefässe hat die Schleimhaut eine hell rosenrothe Farbe. So weit sie den knorpligen Theil der Nase bekleidet, ist sie von einem Pflasterepithelium, an den knöchernen Partien aber durchgängig von einem Flimmerepithelium bedeckt. Das Letztere findet sich auch in der ganzen Ausdehnung der Nebenhöhlen.

Was die Nervenausbreitung anbetrifft, so lassen sich Zweige des Quintus aus dem Ganglion sphenopalatinum zu allen 3 Muscheln sowohl als zur Nasenscheidewand verfolgen. Die Aeste des Olfactorius hat man dagegen nur zu den beiden oberen Muscheln und zum oberen Theil des Septum narium verfolgen können. Es kann jedoch hierdurch nicht bestimmt festgestellt werden, dass die Ausbreitung des N. olfactorius wirklich auf diese Theile beschränkt ist.

Von der Geruchsempfindung.

Die Geruchsempfindung wird durch den N. olfactorius vermittelt, während die Tastempfindungen in der Nase den Zweigen des Trigeminus angehören, und man muss beide Empfindungen durchaus voneinander trennen. Sie stehen in keinem Zusammenhange, indem die eine aufgehoben sein kann, während die andere noch fortbesteht. Ist der Olfactorius gelähmt, so werden Reize noch empfunden, während der Geruchssinn fehlt, und umgekehrt verhält es sich bei Lähmung des Trigeminus. Da viele riechende Substanzen, wie Chlor, Aetzammoniak, Aether etc. sowohl die Geruchsempfindlichkeit wie auch die Tastperzeption der Nase zu gleicher Zeit anregen, so haben einige Beobachter durch Nichtbeachtung dieses Umstandes über den N. olfactorius falsche Schlüsse entnommen.

Die Riechstoffe müssen in einer bestimmten Art und Weise zur Nase gelangen, um empfunden zu werden, und das einfache mechanische Eindringen derselben in die Nase reicht nicht aus. Bringt man eine stark riechende Substanz, wie Kampher, Salmiak etc. unter die Nase und hält dabei den Athem an, so dringt zwar die Ausströmung dieser Stoffe in die Nase, es wird aber kein Geruch empfunden. Auch die Einwirkung auf den oberen Theil der Nase brachte keine Geruchsempfindung hervor. Valentin verschloss eine mit Hoffmanns Tropfen gefüllte Flasche durch einen in eine lange Röhre auslaufenden Trichter und brachte ihn an das eine Nasenloch, während das andere verstopft war, und empfand den Geruch beim Einathmen auf der Stelle. Dieser verminderte sich aber in vielen Fällen und verschwand sogar bisweilen gänzlich, sowie das Rohr möglichst hoch bis über das Niveau der mittleren Muschel hinaufgeschoben und eine gleiche tiefe Inspiration wie früher veranstaltet wurde. Einführungen von Riechstoffen in die Nebenhöhlen der Nase brachten ebenfalls keine Geruchsempfindung hervor.

Das Riechen kommt daher nur dann zu Stande, wenn der Riechstoff auf bestimmte Weise in die Nase eindringt, und es findet auch hier wie bei den übrigen Sinnesorganen ein Mechanismus der Leitung statt, den wir nach Bidder näher angeben wollen.

Ein durch die Athembewegung in die Nase dringender Luftstrom ist für die Geruchsempfindung nothwendig; durch Anhalten des Athmens, oder durch das Athmen durch den Mund bei zugehaltener Nase, kann man jede Geruchsempfindung willkürlich aufheben. Die Vorgänge in der Nase beim Einathmen sind folgende. Zunächst werden die Nasenlöcher erweitert; diese Erweiterung ist für das Riechen wesentlich, denn es wird der Geruch um Vieles schwächer, sobald man die Nasenflügel etwas zusammendrückt, und umgekehrt wird er stärker. Was den Gang der Luft durch die Nase betrifft, so stellt derselbe einen schmalen Gang mit ebenem Boden und gewölbter Decke dar. Beim ruhigen Athmen geht der Luftstrom vorzugsweise an dem Boden der Nasenhöhle im untersten Nasengange; bei stärkerem Einathmen mit erweiterten Nasenlöchern steigt der Luftstrom mehr und mehr in die Höhe, was noch vollständiger beim sogenannten Schnuppern erreicht

wird. Je mehr Luft nun in einer gegebenen Zeit in die Nasenhöhle eingezogen wird, um so mehr wird sie gegen die oberen Theile der Nasenhöhle gedrängt, und da hier sich die Zweige des Olfactorius verbreiten, so ist die stärkere Geruchsempfindung hierdurch erklärlich.

Die oberen Muscheln, auf welche die Luft einwirkt, und welche von N. olfactorius mit Zweigen versehen sind, lassen ihren physiologischen Einfluss leicht erkennen; schwieriger ist die Erklärung des Antheils der unteren Muscheln; dass die Luft über dieselben zur Erregung der Geruchsempfindung streichen muss, ist, wie schon angegeben, erwiesen; aber die Art und Weise ihrer Einwirkung ist nicht dargethan. Bidder nimmt eine mechanische Einwirkung an, indem die unteren Muscheln eine Spaltung des eintretenden Luftstromes und daher eine gleichmässige Ausbreitung über die oberen Partien der Nase bewirken sollen.

Wie der Riechstoff auf den N. olfactorius einwirkt, lässt sich nicht entscheiden. Eine unmittelbare Einwirkung findet nicht statt, da zwischen beiden das Flimmerepithelium, die Schleimhaut und der Schleim liegt; ob mittelbar ein mechanisches, chemisches oder anderes Verhältniss obwaltet, ist nicht dargethan. Eine gehörige Anfeuchtung der Nasenschleimhaut von dem Schleime ist eine zum Riechen unerlässliche Bedingung; es könnte hierdurch eine Zuführung des Riechstoffes durch Endosmose angenommen werden, dann müsste aber der Riechstoff im flüssigen Zustande direkt Geruchsempfindungen veranlassen, was von Bidder geleugnet wird. Der Einfluss der Flimmerbewegung lässt sich ebenfalls nicht bestimmen. Der Antheil, den die Nasenscheidewand an dem Geruchssinn nimmt, ist bis jetzt noch gar nicht dargethan.

Die Geruchsempfindung lässt in Bezug auf Intensität und Spezifität vielfache, jedoch noch wenig erklärte Eigenthümlichkeiten erkennen. Im Allgemeinen hängt die Stärke der Geruchsempfindung von der Grösse der affizirten Schleimhautfläche ab; es ist aber die Intensität der Geruchsempfindung keine absolute, zeigt sich vielmehr je nach den einwirkenden Riechstoffen verschieden, sodass die Fähigkeiten der Thiere zu den verschiedenen Gerüchen nicht gleich sind und bei verschiedenen Individuen sich eine gleiche Abweichung zeigt. Die fleischfressenden Thiere sind mit dem schärfsten Geruch

für die spezifische Eigenthümlichkeit thierischer Stoffe begabt, haben aber keine merkliche Empfindlichkeit für den Geruch der Pflanzen, und so umgekehrt. Bei dem Menschen ist im Verhältniss zu den Thieren die Intensität und Schärfe des Geruchssinnes nur schwach, aber es ist dieser mehr gleichartig ausgebildet und zur Wahrnehmung des Riechstoffes der verschiedenartigsten Körper geeignet.

Die Schärfe des Geruchs wechselt jedoch bei verschiedenen Individuen im hohen Grade; Wilde können durch ihn die Spur von Menschen verfolgen und unterscheiden, ob der Weg durch einen Schwarzen oder Weissen betreten worden; und so finden sich Einzelne, deren Geruchssinn ungemein scharf entwickelt ist. Diese bedeutende Schärfe zeigt sich dann häufig auf gewisse Riechstoffe beschränkt. Anderseits findet man bei vielen Individuen einen sehr schwachen Geruchssinn und zwar für die Riechstoffe überhaupt, oder nur für einzelne derselben.

Die subjektiven Empfindungen bei dem Geruche zeigen eine ungemeine Verschiedenheit in den Nüanzirungen, die sich jedoch unter keine bestimmten Kategorien bringen lassen. Im Allgemeinen ist die Empfindung entweder eine angenehme, Wohlgeruch, oder eine unangenehme, Gestank; die weiteren Unterschiede werden meist nur vergleichsweise geschildert, indem einzelne besondere spezifische Gerüche als Norm aufgeführt werden. Die einzelnen Individuen lassen aber in allen diesen Beziehungen grosse Abweichungen erkennen; dem einen erscheint ein Geruch angenehm, welcher dem andern unangenehm erscheint; manchem erscheint der Geruch eines Körpers spezifisch durchaus abweichend als einem andern, sodass dem Einen zwei Gerüche ähnlich erscheinen, die dem Anderen ganz verschieden sind. Diese Abweichungen sind nicht einmal bei ein und demselben Individuum konstant, und bei manchen Individuen zeigen sich alle genannten Verhältnisse des Geruchssinnes zu verschiedenen Zeiten durchaus abweichend. Die Zahl der Idiosynkrasien ist bei dem Geruchssinne viel grösser als bei irgend einem anderen Sinne, und es ist die durch die Geruchsempfindung erzeugte Vorstellung von der Natur des Riechbaren oder des Körpers, von welchem dasselbe ausströmte, ungleich unvollständiger und mangelhafter, als die durch andere Sinne gewonnenen Vorstellungen.

Andererseits aber sind die Eindrücke des Geruchssinnes von sehr bedeutendem Einfluss auf das Individuum; intensive Gerüche bedingen leicht Kopfschmerz, Betäubung, Schläfrigkeit, Kongestion, Ohnmacht, Ekel, Erbrechen, Krämpfe etc., welche Zufälle durch Geruchsempfindungen sehr schnell hervorgebracht werden.

Gerade diese schnelle und intensive Rückwirkung auf den Gesammtorganismus macht den Geruchssinn zum Hauptvermittler des Instinkt und lässt ihn in der Oekonomie der Thiere eine grosse Rolle spielen. Er ist, nach Bidder, am Eingange zu den Respirationsorganen gelegen, gleichsam der Wächter derselben, denn was unangenehm riecht, ist in der Regel auch für die Schleimhaut der Respirationsorgane, ja für den ganzen Körper nachtheilig. Auch für die Nahrungsmittel und Getränke bildet der Geruch, den Geschmacksinn unterstützend, gleichsam einen Prüfstein, an welchem die günstige oder nachtheilige Einwirkung derselben abgemessen wird. In besonderer Beziehung steht der Geruch zu dem Geschlechtsleben und ist in der Thierwelt das leitende Organ zum Aufsuchen der Geschlechter. Daher ist das am meisten und hervorstechendsten Riechbare der Thiere gerade in der Nähe der Geschlechtstheile oder des Afters ausgebildet, sowie bei den Pflanzen an der Blume, d. h. den Begattungsorganen.

S u b j e k t i v e G e r u c h s e m p f i n d u n g e n, welche vielfach beobachtet werden, sind ihren Ursachen nach noch wenig bekannt. Nach Valentin rufen mechanische Erschütterungen des Nervus olfactorius entsprechende sensuelle, wie subjektive Empfindungen hervor; ferner können vom Blute aus subjektive Gerüche wahrgenommen werden. Dupuytren spritzte eine riechende Flüssigkeit in die Vene eines Hundes; derselbe öffnete die Nüstern, als wollte er die Stelle, von welcher der Geruch kam, herauswittern. Nach Ritter ruft der Galvanismus Geruchsempfindungen hervor. Am häufigsten sind dieselben bei bedeutenden Verstimmungen des Nervensystems, oder wenn vorher starke Geruchseinwirkungen stattgefunden, in welchem letzteren Falle diese oft lange Zeit zurückbleiben, oder von selbst sich wiederholen.

Vom Schmecken.

Sowie der Geruchssinn das Riechbare der der eingeathmeten Atmosphäre beigemengten Stoffe wahrnimmt, so empfindet der Geschmackssinn das Schmackhafte der tropfbar flüssigen in die Mundhöhle eingeführten Substanzen, und steht mit den Verdauungsorganen in analoger Beziehung, wie das Geruchsorgan mit den Respirationswerkzeugen.

Die Körper, welche mit den Geschmacksorganen in Berührung kommen, bringen ausser den eigentlichen sensuellen Geschmacksempfindungen auch reine Tastperzeptionen hervor, welche von den erstern getrennt werden müssen. Es ist jedoch diese Trennung bei der innigen Vermischung beider Empfindungen in den meisten Fällen sehr schwierig. Valentin nimmt an, dass die sogenannten kühlenden, brennenden, scharfen, zusammenziehenden, ätzenden und ähnliche Geschmacksarten reine Tastperzeptionen bilden, während das Süsse und Bittere reine Geschmacksempfindungen, das Saure und Salzige aber Mittelstufen darstellen.

Auch die Empfindung des Ekels ist vom Geschmacke zu trennen, worüber jedoch die Ansichten der Physiologen verschieden sind; Romberg und Bidder stimmen für diese Trennung. Wenn nach der Zerstörung der Geschmacksnerven mit der Empfänglichkeit für Geschmacksobjekte auch der Ekel zugleich in Wegfall komme, so spricht dieses nach Bidder noch keinesweges für die Identität beider Empfindungen, sondern vorläufig nur dafür, dass die derselben dienenden Nervenfasern in einer und derselben Nervenbahn verlaufen. Bedenkt man ferner, dass der Ekel unter Umständen eintreten kann, wo die Energie der Geschmacksnerven gar nicht ins Spiel kommt, z. B. bei Reizen im Magen und Darmkanal, so darf man wol sogar voraussetzen, dass er unter solchen Veranlassungen selbst bei Lähmungen der spezifischen Geschmacksnerven eintreten werde. Man darf in der That den Ekel nicht als eine blosse Geschmacksempfindung ansehen, er wird vielmehr sowohl durch widrige Empfindungen des Geschmackssinnes, als auch durch anderweitige Empfindungen, besonders der Verdauungsorgane, veranlasst, und ist mehr eine sekundäre als primäre Erscheinung, die vorzüglich häufig durch die Geschmacksempfindung veranlasst wird.

Von dem Schmeckbaren.

Die Natur des Schmeckbaren ist fast ganz unbekannt. Nach J. Müller ist das Schmeckbare kein bloss mechanischer Reiz, sondern eine materielle Veränderung der Nerven durch eine aufgelöste Materie, und man hat überhaupt die Auflösbarkeit der Körper als wesentliche Bedingung für den Geschmack derselben angesehen; da nun die meisten Körper unter irgend einer Form auflösbar erscheinen, so dürfte sich hiernach die Zahl der nicht schmeckbaren Körper sehr gering stellen. Nach Valentin erregen jedoch nicht alle in Wasser oder andern Flüssigkeiten löslichen Körper zugleich Geschmackswahrnehmungen, und es müssen daher noch andere bis jetzt unbekannte Eigenschaften hierzu gehören. Diese Geschmackslosigkeit im aufgelösten Zustande zeigt der Gyps und sogar der Brechweinstein. Wenn auch die meisten riechenden Stoffe das Geschmacksorgan affiziren, so ist doch auch diese Verbindung keine nothwendige, indem viele stark riechende Harze nicht eigenthümlich schmecken und sehr bitter schmeckende Stoffe, wie Chinin, fast gar nicht riechen. Die Intensität des Schmeckbaren der verschiedenen Körper ist nach der Natur derselben sehr verschieden, hängt aber auch von der Eigenthümlichkeit des Individuums ab.

Von dem Geschmacksorgane.

Die Frage über das Organ, durch welches der Geschmackssinn vermittelt wird, ist keinesweges als erledigt anzusehen. Wenn auch allgemein die Zunge als das eigentliche Geschmacksorgan angesehen wird, so sind doch auch Fälle bekannt geworden, in denen beim Fehlen der Zunge Geschmacksgegenstände wahrgenommen werden. So wenig auch diese Fälle als entscheidend zu betrachten sind, weil die Wurzel der Zunge mit den Nervenendigungen vorhanden gewesen sein mag, so haben doch viele Beobachter aus anderweitigen Versuchen auch anderen Mundtheilen Geschmacksfähigkeit zugeschrieben; so Vernière dem weichen Gaumen und dem Schlunde; Guyot und Admirault einer kleinen begrenzten Stelle des weichen Gaumens und der Mittellinie der oberen Zungenfläche, womit auch Magendie übereinstimmt. Nach J. Müller vermittelt

der weiche Gaumen Geschmacksempfindungen und nach Valentin dieser, das Zäpfchen, die vorderen und hinteren Gaumenbogen, der obere der Zungenwurzel gegenüberliegende Theil des Gaumens, während der vordere Theil der Zunge keinen Antheil an der Geschmacksempfindung hat. Nach Rudolphi, Wagner, Raspail und Bidder sind jedoch alle Angaben über den Geschmack anderer Theile als der Zunge sehr zweifelhaft. Solche widersprechende Angaben werden hinreichend die Schwierigkeit der Untersuchung darthun und sind durch den Umstand zu erklären, dass die verschiedenen Empfindungen der Zunge von der eigentlichen Geschmacksempfindung nicht scharf getrennt sind. Diejenigen Physiologen, welche die Zunge allein als das Geschmacksorgan ansehen, stimmen zwar nun darin überein, dass nicht alle Theile der Zungenoberfläche in gleichem Grade mit dieser Fähigkeit ausgerüstet sind, aber sie weichen wiederum über die hierbei obwaltenden Verschiedenheiten ab. Nach Bidder vereinigen sich im Ganzen die Beobachtungen dahin, dass der hintere Theil der Zunge lebhaftere und deutlichere Geschmacksempfindungen hervorrufe als die übrigen Theile, und dass das Tastgefühl am lebhaftesten an der Spitze der Zunge ausgebildet sei.

In Bezug auf den spezifischen Geschmacksnerven muss von den drei grossen zur Zunge gehenden Nerven der Hypoglossus nur als der Bewegung dienend angesehen werden. Die in dem Glossopharyngeus eingeschlossenen motorischen Fasern wirken nur auf gewisse Schlundmuskeln, der Zungenast desselben übt einen anderen als bewegenden Einfluss und muss bei den Geschmacksempfindungen mitwirken, was auch von dem Zungenast des Trigeminus gilt. Ueber das Verhältniss dieser beiden Nervenäste gibt Bidder als Resultat der über diesen Gegenstand ausgeführten Vivisektionen und der pathologischen Beobachtungen an, dass der Glossopharyngeus die spezifischen Geschmacksnervenfasern beherberge.

Was den Bau der Zunge anbetrifft, so scheint die Mannigfaltigkeit der Bewegungen derselben, in Folge der vorzugsweise muskulösen Beschaffenheit, mehr der Sprache und dem Getaste als dem Geschmacke zugute zu kommen. Für diesen scheint die Schleimhaut vorzüglich bedeutungsvoll. In ihr ist der schleimabsondernde Apparat sehr stark entwickelt und besteht theils aus einfachen Bälgen, theils aus zusammengesetzten

Drüschen, welche letztere namentlich an der Wurzel der Zunge dicht gedrängt stehen und mit weiten Oeffnungen an der Oberfläche der Schleimhaut ausmünden. Durch den in diesen Organen ausgesonderten Schleim wird die Oberfläche der Zunge stets feucht erhalten. Vorzüglich zeichnet sich jedoch die Schleimhaut der Zunge durch die sogenannten Papillen aus, die sich von den Darmzotten nicht allein durch ihre ungleich beträchtlichere Grösse, sondern auch durch ihre Textur unterscheiden, indem sie nicht bloss Gefässe, sondern auch Nervenschlingen enthalten und hierin mit den Papillen der Haut völlig übereinstimmen.

Wenn man nun auch zu der Annahme berechtigt ist, dass die Papillen den eigentlichen Sitz der Geschmacksempfindungen darstellen, so kann man dennoch nicht angeben, welche Veränderungen in ihnen, sowie überhaupt auf der Zunge durch die Geschmacksobjekte hervorgerufen werden. Die Behauptung, dass während des Schmeckens die Papillen der Zunge turgesziren und in einen gleichsam erigirten Zustand gerathen, lässt sich durch Beobachtungen nicht darthun.

Von der Geschmacksempfindung.

In welcher Art und Weise die Geschmacksobjekte ihre Wirkung auf die Geschmacksorgane ausüben und wodurch die Verschiedenheiten in den Geschmacksempfindungen bedingt werden, ist unerklärt; Bellini wollte zwar diese Verhältnisse durch die verschiedene Form der kleinsten Theilchen der Körper erklären, es lässt sich aber eine solche Theorie durch Nichts begründen. Der Umstand, dass mehrere Körper auf die verschiedenen Papillen der Zunge verschiedene Geschmacksempfindungen hervorrufen, scheint sogar hiergegen zu sprechen.

Die Geschmacksempfindung ist einer grossen Ausbildung fähig, was theils durch Uebung, theils durch individuelle Organisation bedingt wird; doch findet auch hier wie bei anderen Empfindungen bei zu oft wiederholter Einwirkung Abstumpfung statt. Abgesehen hiervon ist der Geschmack undeutlich, indem die schmeckbaren Substanzen nur einfach mit der Oberfläche dieses Organs in Berührung kommen, wird aber geschärft durch Bewegungen der Zunge, bei denen ein wiederholtes Andrücken und Reiben der schmeckbaren Substanz zwischen

Gaumen und Zunge stattfindet. Man hat bei diesem Reiben jedoch mit Unrecht elektrische Einflüsse angenommen.

Der Geschmackssinn steht mit dem Geruchssinn in sehr naher Beziehung und wird durch denselben wesentlich unterstützt, sodass jede Störung des Geruchssinnes auch auf den Geschmack störend einwirkt; was natürlich nur von solchen Stoffen gilt, die als riechend auf den Olfactorius zugleich einwirken. Man ist jedoch kaum berechtigt, hierzu einen gegenseitigen Nerveneinfluss anzunehmen, vielmehr scheint die Empfindung des Geruches mit der des Geschmackes sich in der Wahrnehmung des Individuums vereinigt zu haben, und wird der Geruch aufgehoben, so wird diese Wahrnehmung eine deturbirte.

In wesentlicher Beziehung steht der Geschmackssinn mit der vegetativen Seite des thierischen Lebens, und leitet nicht nur in der Auswahl der Nahrungsmittel, vielmehr auch in der Quantität derselben. Dagegen ist der Geschmackssinn von den höheren intellektuellen Thätigkeiten mehr getrennt als der Geruchssinn.

Subjektive Geschmacksempfindungen können aus vielfachen Veränderungen der Geschmacksnerven entstehen, so bei Druck, Zerrung, Entzündung derselben, nach Henle ist selbst ein leiser über die Zunge hinstreichender Luftstrom hierzu hinreichend. Ebenso können Veränderungen in den Geschmacksnerven auch aus inneren Ursachen entstehen, doch ist es hier oft zweifelhaft, ob nicht bei diesen inneren Zuständen zunächst chemische Veränderungen in den Mundflüssigkeiten erzeugt werden und so wie objektive Geschmacksempfindungen auftreten.

Vom Tastsinne.

Die meisten Physiologen haben den Tastsinn als nicht wesentlich von dem Gemeingefühl getrennt angesehen, und jede Perzeption der sensiblen Primitivfaser dem Gefühlssinne untergeordnet, dessen Schärfe nur in den verschiedenen Theilen sich äusserst verschieden zeigt. Nach J. Müller gehören alle Theile, in welchen die Empfindung von der Gegenwart eines Reizes als einfaches Gefühl bis zu den Modifikationen des Schmerzes und der Wollust, und die Empfindungen der Wärme

und Kälte möglich sind, dem Gefühlssinne an. Nach Valentin wird der Unterschied zwischen den Tastempfindungen und dem wahren Schmerze nur durch den Grad der Einwirkung des reizenden Gegenstandes und die Schutztheile der wirkenden Nerven bestimmt.

Wenn nun auch die Beziehungen des Tastsinnes zu dem Gefühlssinne so innig sind, dass die Ansicht von J. Müller, der Tastsinn werde durch Gefühlsnerven vermittelt, durch vielfache Beobachtungen unterstützt wird, so müssen wir doch der Annahme Webers (*Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner*, Bd. III, Abth. 2) beistimmen, dass der Tastsinn ein von dem Allgemeingefühl getrennter Sinn sei, der uns durch bestimmte Organe über bestimmte Eigenschaften äusserer mit diesen Organen in Wechselwirkung tretender Körper belehrt. Es verschafft uns nämlich der Tastsinn zwei Arten von ihm eigenthümlich angehörenden Empfindungen, der Druckempfindungen und Temperaturempfindungen, und lässt auch zugleich diese Empfindungen voneinander unterscheiden, wenn sie an zwei verschiedenen Orten der Haut entstehen, sodass Weber den Ortsinn, den Drucksinn und den Temperatursinn als drei Vermögen des Tastsinnes unterscheidet. Wir werden auf diese Weise in den Stand gesetzt, uns bestimmte Vorstellungen über die Eigenschaften der den Tastsinn affizirenden Körper zu verschaffen, und es ist dieses nur an denjenigen Theilen möglich, welche mit Tastorganen versehen sind. An allen Stellen des Körpers werden durch die Einwirkung des Druckes, der Temperatur etc. Empfindungen hervorgebracht, die jedoch sich nur auf Schmerz oder Wohlbehagen beziehen, aber nur subjektive Empfindungen bleiben und der Vorstellung keine äusseren Objekte zuführen. Diese Empfindungen gehören dem Gemeingefühle an und haben ebensowohl in den Tastorganen als an den übrigen Theilen des Körpers ihren Sitz.

Von dem Tastorgane.

Der Tastsinn hat seinen Sitz auf der äusseren Oberfläche des Körpers, während die inneren Theile denselben entbehren. Weber stellte direkte Versuche hierüber bei den unter der Haut liegenden Theilen nach Zerstörung der äusseren Haut, an inneren Theilen bei Verwundungen, so an der äusseren

Oberfläche der Gedärme, durch das Trinken und die Injection per anum von warmen und kalten Flüssigkeiten an, und fand den Druck- und Temperatursinn an diesen Theilen nicht. Nur die äussere Körperoberfläche, die Zunge, der Gaumen, der Schlund und die Schleimhaut der Nase am vorderen Eingange sind mit Tastsinn begabt.

Die Werkzeuge des Tastorganes sind die Hautwärzchen und die Haarbälge, vielleicht auch die Pacini'schen Körperchen. Ueber den feineren Bau der Haut für den Zweck des Tastsinnes sind die Kenntnisse noch sehr gering. Nach Weber unterscheiden sich die Elementarfäden der Tastnerven in ihrem äusseren Ansehen nicht von den Elementarfäden der Nerven der animalischen Muskeln, sie haben daher ungefähr einen viermal grösseren Durchmesser als die Fäden der Geruchsnerven und Sehnerven, und ungefähr einen noch einmal so grossen Durchmesser als die Fäden des Gehörnerven. Aber die Geschmacksnerven scheinen dasselbe Ansehen und dieselbe Grösse als die Tastnerven zu haben. Die Elementarfäden gehen als einfache, ungetheilte, ziemlich gleich dicke Fäden, ohne Aeste aufzunehmen oder abzugeben, zum Gehirne, wo aber der Tastsinn im Gehirne sich endige, ist nicht bestimmt anzugeben. Weber sucht denselben jenseits des Sehhügels und des gestreiften Körpers nach den Windungen des grossen Gehirnes zu, und stützt diese Annahme auf Untersuchungen bei der Hemiplegie.

Die Art der Endigung der Tastnerven in der Haut war bis jetzt wenig bekannt. Nach Weber ist es wahrscheinlich dass ein jeder Elementarfaden eine grössere Abtheilung der Haut empfindlich mache; es ist aber nicht dargethan, ob dieses durch Windungen des Elementarfadens oder durch Verästlung hervorgebracht wird. R. Wagner hat namentlich die Endigungen der Tastnerven genau untersucht und ist in neuester Zeit zu folgenden Resultaten gelangt. Was man bisher Hautpapillen oder Gefühlswärzchen nannte, sind zweierlei Gebilde. Ein Theil, der zahlreichere, erhält nur Gefässschlingen; man muss sie von nun an Gefässpapillen nennen. Zwischen denselben stehen andere, welche nur Nerven erhalten. Jede solche Nervenpapille schliesst ein eigenes, kleines, eigenthümlich gebildetes Körperchen ein, das in der zuckerhutförmigen Papille wie ein Kern in seiner Schaale liegt und ungefähr wie

ein Tannenzapfen gestaltet ist. Dieses Körperchen nimmt die feinsten der Nervenfäden auf, welche in demselben ihr Ende erreichen. Jeder primitive Nervenfaden theilt sich in viele Aestchen, an deren Endpunkte die Körperchen hängen; Wagner nennt sie Tastkörperchen, Corpuscula tactus. Der Typus der Nervenvertheilung ist im Wesentlichen wie bei den Muskeln. Jede Nervenfibrille beherrscht eine eigene Provinz mit vielen Ein- und Ausgangsstationen (Tastkörperchen). Sämmtliche Stationen einer Fibrille entsprechen einem einfachen Punkt im Gehirn und Rückenmarke, können auch nur, einzeln oder zusammen berührt, einen einfachen Eindruck in der Empfindung hervorrufen. Die Tastkörperchen sind sehr geschickt eingefügt in ihrer Papille und zweckmässig gebaut, um den Nerven Eindrücke zuzuführen. Es zeigt sich ein interessantes numerisches Verhältniss zwischen Gefäss- und Nervenpapillen an den verschiedenen Stellen der Fingerglieder und der Handoberfläche.

Die empfindliche Oberfläche der Lederhaut und ihre unzähligen Wärzchen oder Papillen, sowie auch die in der Haut oder unter derselben befindlichen Organe des Tastsinnes, z. B. die Haarbälge und Zahnkeime, sind sehr gefässreich und nervenreich, und werden durch eine gefässlose und nervenlose Bedeckung vor zu starken und zerstörenden Schmerz erregenden Einflüssen geschützt. Die Bedeckung ist bald dünn, wie die Oberhaut der Konjunktiva des Auges und der Zunge, bald sehr dick, wie die Oberhaut der Hohlhand und des Hohlfusses, bald endlich so dick und hervorragend, dass sie wie eine Sonde die Eindrücke durch eine grössere Strecke einer gefühllosen Materie zu den mit Nerven versehenen Theilen leitet, wie dies bei den Zähnen, Haaren und Nägeln der Fall ist. Wenn die schützende Decke entfernt wird, erregt die leiseste Berührung und jede Temperaturveränderung Schmerz. Wo die Oberhaut sehr dünn ist, werden die Temperaturempfindungen schneller und stärker als an anderen Theilen wahrgenommen.

Die Hautwärzchen sind kleine, gefässreiche Erhabenheiten der Lederhaut von nur etwa $\frac{1}{25}$ Pariser Linie. Jedes Wärzchen theilt sich nach Weber in 2, 3 oder mehrere kleinere Wärzchen, von welchen manche divergiren, sodass die Spitzen derselben ziemlich gleich weit voneinander entfernt und von den Spitzen der nächsten Wärzchen abstehen. Von dem dichten

Haargefässnetz der oberflächlichen Lage der Lederhaut erstreckt sich in jedes kleine Hautwärzchen, ein Haargefäss, das sich in der Nähe der Spitze desselben umbog und nun wieder in das Haargefässnetz zurückkehrte, sodass es in dem Hautwärzchen eine einfache Haargefässschleife bildete. Andere Blutgefässe waren in denselben nicht. Eine genaue Untersuchung der Nerven in den Hautwärzchen fehlt noch.

Von dem Ortsinne.

Was nun das Spezielle der oben angegebenen Arten der Empfindungen des Tastsinnes betrifft, so beruht der Ortsinn eben darauf, dass zwei Empfindungen, auch wenn sie sonst ganz gleich sind, schon dadurch unterschieden werden können, dass sie an einem anderen Orte unseres Körpers oder Sinnorganes erregt werden, mag diese Empfindung durch Druck oder die Temperatur erzeugt sein. Wir können so ungefähr den Ort angeben, wo die Einwirkung auf unsere Haut geschieht, und wenn wir an zwei Theilen der Haut, die einander nicht allzu nahe sind, gleichzeitig oder ungleichzeitig einen Eindruck empfangen, so unterscheiden wir die beiden Orte, erkennen ihren Abstand und die Richtung ihrer Verbindungslinie. Je schärfer das Tastvermögen eines Theiles ist, um so mehr wird es im Stande sein, auch weniger voneinander abstehende Einwirkungen zu unterscheiden. Dieser Abstand hat jedoch ein Minimum, und wird dieses überschritten, so werden beide Eindrücke als ein einfacher aufgefasst.

Weber will dieses Aufhören der Unterscheidung zweier nahe aneinander liegenden Eindrücke dadurch erklären, dass, wenn zwei fast gleiche Eindrücke gleichzeitig denselben elementaren Nervenfaden an verschiedenen Orten treffen, nicht zwei Empfindungen entstehen, sondern nur eine. Jeder Elementarfaden hat nun, indem er sich in Schleifen hin- und herschlängelt, einen bestimmten Empfindungskreis, und es sind diese Kreise an den mit feinerem Tastsinn versehenen Theilen kleiner. Zwei verschiedene auf einen Empfindungskreis gemachte Eindrücke werden nun nicht unterschieden, und es müssen nach Weber die Eindrücke nicht nur auf zwei verschiedene Empfindungskreise gemacht werden, vielmehr scheint es auch noth-

wendig, dass zwischen diesen noch ein oder mehrere Empfindungskreise liegen, auf welche kein Eindruck gemacht wird.

Ueber die Gestalt jener Empfindungskreise kann man nur vermuthen, dass sie an den Armen und Beinen eine längliche Gestalt haben und so liegen, dass der Längendurchmesser nach der Längenrichtung dieser Glieder liegt, denn es ist hier nicht einerlei, ob die beiden Eindrücke der Längen- oder Querachse nach nebeneinander liegen.

Bei absolut gleichem Abstande zweier Eindrücke erscheint derselbe an den Theilen mit feinem Tastsinn grösser, als an Theilen mit gröberem Tastsinne, wenn sich dadurch erklären lässt, dass die Abstände um so grösser erscheinen, je grösser die Zahl der zwischen ihnen liegenden Empfindungskreise. Ebenso wird auch die Gestalt des Körpers, welcher auf den Tastsinn einwirkt, an den feineren Tastorganen deutlicher wahrgenommen, als an anderen Stellen. Die Annahme, dass die Feinheit und Schärfe in diesen Beziehungen zum Theil davon abhänge, ob wir uns durch unser Auge eine genaue Kenntniss über den Abstand der verschiedenen Theile der Haut voneinander verschafft hätten oder nicht, wird durch die Erfahrung widerlegt, dass diejenigen Theile der Haut, welche wir mit unseren Augen nicht beobachten können, nicht immer mit einem schwächeren Tastvermögen begabt sind.

Es ist ferner noch darauf aufmerksam zu machen, dass die Tastnerven sich in unserem Körper so verbreiten, dass sie die mittlere Ebene, wodurch dieser in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird, nicht überschreiten, was durch physiologische und pathologische Beobachtungen bestätigt wird.

Zur Bestimmung des Tastvermögens an den verschiedenen Stellen bewaffnet man die beiden Spitzen eines Zirkels, um Schmerzeindrücke und die dadurch bedingten Störungen zu vermeiden, mit Korkstückchen, und sucht nun mit verbundenen oder selbst offenen Augen zu ermitteln, bei welcher Minimaldistanz ein einfacher Eindruck zu Stande kommt oder nicht. Diese zuerst von Weber angestellten Versuche wurden von Theile, Gerber, Neuhaus, Buhlmann und Valentin wiederholt, und es sind hierüber besondere Tabellen mitgetheilt (siehe Weber a. a. O. und Valentin, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, *Braunschweig* 1844, Bd. II, S. 566). Als die feinsten Tastorgane zeigten sich die Zungenspitze und die Volar-

seite der Hände, als die schwächste Stelle die Mitte der Rückenwirbel.

Die Gestalt eines uns berührenden Körpers können wir ohne Bewegung der Glieder wahrnehmen, wenn derselbe grösser ist, als der Abstand beträgt, bis zu welchem zwei verschiedene Eindrücke getrennt wahrgenommen werden. Es ist aber dieses nur dadurch möglich, dass wir schon eine Kenntniss der Lage der berührten Hauttheilchen besitzen. Diese Kenntniss ist nicht ursprünglich, sondern dadurch gewonnen, dass Körper sich längs unserer Haut bewegt und dabei in bestimmten Reihen von fühlenden Punkten successive Empfindungen erregt haben. Es ist für diesen Endzweck namentlich der Umstand von grosser Wichtigkeit, dass unser Tastorgan eine so grosse empfindende Oberfläche hat und so beweglich ist, dass ein Theil den anderen berühren kann, wobei jeder Theil vermittelst des andern empfunden wird.

Noch mehr sind wir aber im Stande, durch absichtliche Bewegungen der Glieder uns über die Gestalt und den Abstand der Körper zu unterrichten, indem man durch Uebung dahin gelangt, durch das Gefühl von der Anstrengung derjenigen Muskeln, welche nöthig sind, um ein Glied in eine gewisse Lage zu bringen, oder dasselbe darin zu erhalten, sich der Lage der Glieder immerfort bewusst zu sein. Wie sehr die Wahrnehmung der Form der Körper und der Form ihrer Oberfläche im Kleinen, der Rauhigkeit oder Glätte, sowie auch die Wahrnehmung der Härte und Weichheit und des Abstandes der Körper von der absichtlichen Bewegung unserer Glieder abhängt, geht aus dem Umstande hervor, dass man bei verschlossenen Augen und unterstützter, ruhender Hand verschiedene mit derselben in Berührung gebrachte Körper nicht so gut zu unterscheiden im Stande ist, als wenn die Hand in Bewegung gesetzt wird. Anderweitige hierher gehörende Versuche s. Weber a. a. O.

Von dem Drucksinne.

Der Drucksinn der Haut lässt uns unsere eigenen bewegenden Kräfte und die uns Widerstand leistenden Kräfte der Körper erkennen. Wir besitzen aber ausser den Tastorganen noch eine zweite Klasse von Organen, welche uns von der

Grösse des auf unseren Körper wirkenden Druckes oder Zuges eine Vorstellung verschaffen, nämlich die dem Willen gehorchenden Muskeln nebst den Nerven und deren Zentralorgane, indem aus dem Gefühle der Anstrengung beim Heben eines Gewichtes, und aus dem Gefühle der Abspannung, wenn ein Gewicht die Muskeln dehnt, Schlüsse gezogen werden. Um nun in Bezug auf den Drucksinn Haut und Muskeln allein zu prüfen, gibt Weber folgende Methode an.

Der Beobachter lege seine Hände vollkommen unterstützt auf den Tisch. Während er nun die Augen wegwendet, werden zwei verschiedene Gewichte abwechselnd auf die zwei letzten Glieder von zwei oder drei bestimmten Fingern auf die Rücken- oder Volarfläche derselben gelegt. Das Urtheil über die Grösse der beiden Gewichte beruht hierbei lediglich auf Empfindungen des Tastsinnes der Haut, da an den beiden letzten Gliedern der Finger gar keine Muskeln liegen, und die Muskeln, die durch Sehnen aus der Entfernung auf diese Glieder wirken können, ruhen.

Lässt man hingegen den Beobachter die vereinigten Zipfel eines zusammengeschlagenen Tuches mit der Hand umfassen und dasselbe, mit einem Gewichte beschwert, bei gestrecktem oder auch gekrümmtem Arme halten und mit anderen Gewichten abmessen, so wird er sein Urtheil nur aus dem Gemeingefühl der Muskeln bilden.

Nach den auf diese Weise angestellten Beobachtungen gelangte Weber zu der Annahme, dass wol die Mehrzahl der Menschen auch ohne vorausgegangene längere Uebung durch das Gemeingefühl der Muskeln zwei Gewichte unterscheiden könne, die sich wie die Zahlen 39 : 40 verhalten, dass jedoch die Feinheit in der Schätzung der Gewichte vermittelst des Tastsinnes der Haut allein, nicht ganz so weit gehe, indem man hier zwei Gewichte, die sich wie die Zahlen 29 : 30 verhalten, nur mit der grössten Mühe unterscheidet.

Durch die Verbindung beider Methoden geht die Unterscheidung nicht weiter, als bei hinreichend grossen Gewichten namentlich durch sukzessives Aufheben erlangt werden kann, nur bei kleineren Gewichten scheinen sich beide Methoden zu unterstützen.

Will man kleinere Gewichte durch den Tastsinn unterscheiden, so müssen dieselben gleich warm oder von schlech-

ten Wärmeleitern umgeben sein, kältere Metalle scheinen sonst schwerer zu sein, sie müssen ferner immer auf den nämlichen Theil der Haut gelegt werden und eine gleich grosse Grundfläche haben.

Der Ortsinn lässt an den verschiedenen Stellen des Körpers sehr bedeutende Unterschiede erkennen, bei dem Drucksinne ist dieses weniger der Fall und überhaupt in dieser Beziehung keine Uebereinstimmung vorhanden; es geht hieraus hervor, dass der Ortsinn auf anderen Einrichtungen als der Drucksinn beruhe. Bei dem ersteren kommt es darauf an, dass auf einem Theile der Haut von bestimmter Grösse sich viele elementare Fäden in einer gewissen Ordnung endigen, wogegen es für den Drucksinn nur nöthig, dass auf einer gleich grossen Oberfläche der Haut viele empfindliche Punkte seien, und es scheint von keinem oder doch nur geringem Unterschiede zu sein, ob diese Punkte ihre Empfindlichkeit einem und demselben elementaren Nervenfaden, oder mehreren verschiedenen Nervenfäden verdanken.

Von dem Temperatursinne.

Der Temperatursinn der Haut belehrt uns über die Einwirkung der uns umgebenden Körper, insofern sie die Temperatur der Haut zum Steigen oder Fallen bringen, und es ist nicht sowohl der absolute Wärmegrad der Haut, den wir wahrnehmen, als vielmehr die Veränderungen, welche stattfinden. Wir empfinden nicht, ob unsere Stirn oder unsere Haut wärmer ist, bis wir die Hand an die Stirn legen, wo wir dann an beiden Stellen die durch die Ausgleichung veranlasste Modifikation des Wärmegrades wahrnehmen. So verwechselt man ein schnelles und ein tiefes Sinken der Temperatur der Haut; taucht man nämlich eine Hand in mässig kaltes Wasser, während man die andere Hand wiederholt aber nur auf einen Augenblick eintaucht, so scheint diese letztere uns kälter, obgleich in der ersteren Hand die Temperatur absolut geringer ist. Diese Annahme scheint dadurch widerlegt zu werden, dass, wenn man eine Stelle der Haut mit einem kalten Gegenstande berührt und diesen letzteren entfernt, die Kälte noch einige Zeit empfunden wird. Weber vermuthet jedoch, dass das Gefühl der Kälte in diesem Falle durch die Nerven der

angrenzenden Haut, welcher nun von der erkälteten Haut Kälte mitgetheilt wird, hervorgebracht werde.

Die Einrichtungen an den Enden der Tastnerven für den Temperatursinn sind uns noch unbekannt. Vielleicht dass in Folge der Expansion und Kontraktion der Theile bei den Veränderungen der Temperatur Druck oder Zug in den Nerven entsteht. Der Umstand, dass kalte Körper von gleichem Gewichte uns schwerer zu sein scheinen als warme, weist wohl darauf hin, dass Kälte ähnlich wie Drucke wirkt.

Die durch den Tastsinn wahrgenommene Temperatur der Körper stimmt mit dem Grade derselben nicht überein. Kalte Körper, welche zugleich gute Wärmeleiter sind, scheinen viel kälter als schlechte Wärmeleiter, weil die ersteren unserer Haut die Wärme schneller entziehen. Auch ist die Temperatur unserer Haut nicht immer gleich, und da wir nur nach dem Verhältniss der Temperatur der einwirkenden Körper zu der unserer Haut urtheilen, so müssen sich hiernach die Empfindungen verschieden gestalten.

Die Temperatur der uns berührenden Körper wirkt an solchen Stellen, welche eine feine Oberhaut haben, viel schneller ein, als an Stellen mit dickerer Oberhaut, weil diese selbst unempfindlich und ein schlechter Wärmeleiter ist. Es ist aber hiervon das Vermögen des Temperatursinnes wohl zu trennen; dasselbe zeigt sich an den verschiedenen Stellen der Haut nicht in gleicher Vollkommenheit, aber diese Verschiedenheit ist nicht so bedeutend als beim Ortsinne. Es ist jedoch oft schwierig zu unterscheiden, ob die deutlichere Wahrnehmung der Temperatur dadurch verursacht werde, dass die Hautempfindlichkeit grösser oder die Oberhaut dünner ist. Nach Webers Versuchen scheint die Haut im Gesichte die Haut an allen anderen Theilen an Feinheit des Temperatursinnes zu übertreffen, und vorzüglich zeichnen sich die Augenlider und die Backen durch ihre Empfindlichkeit für Wärme und Kälte aus. Die Augenlider sind wiederum am äusseren und inneren Augenwinkel empfindlicher als in der Mitte; auch die Zungenspitze gehört zu den empfindlichsten Theilen. Am Halse ist der Temperatursinn geringer als im Gesichte. Die Haut in der mittleren, beide Seitenhälften scheidenden Ebene des Gesichtes, der Brust, des Bauches und des Rückens ist mit einer geringeren Empfindlichkeit für Temperaturveränderungen aus-

gestattet als die Theile, welche mehr seitwärts liegen. Der Anfang des ersten Gliedes des Zeigefingers in der Hohlhand zeigte eine grössere Empfindlichkeit, als der nämliche Theil am dritten, vierten und fünften Finger; der Ballen des Daumens eine grössere als der Ballen des kleinen Fingers; die Gegend des Ellenbogens am Olecranon war empfindlicher als die Haut auf der Mitte des Biceps oder des Triceps; die Gegend des Trochanter major empfindlicher als die Mitte der Gegend der Crista ilei.

Die Grösse des Stückes der Haut, welches gleichzeitig von einem warmen oder kalten Körper affizirt wird, übt einen grossen Einfluss auf die Empfindung der Wärme aus, indem der Eindruck mit der Grösse sich steigert. Taucht man in gleich temperirte Flüssigkeit den Zeigefinger der einen Hand und die ganze andere Hand, so ist in der letzteren die Empfindung heftiger, und die Temperatur der Flüssigkeit selbst erscheint in dieser Hand höher. Es scheint hier eine Summirung der Eindrücke in dem Gehirne stattzufinden, die um so inniger ist, je näher die Hautstellen, auf welche eingewirkt wird, nebeneinander liegen, aber auch bei entfernteren Hautstellen nicht ganz fehlt, sodass die Vergleichung der Temperaturen, welche auf zwei Hautstellen einwirken, stets etwas gestört wird. Will man daher zwei Temperaturen vergleichen, so geschieht dieses am sichersten dadurch, dass man ein und denselben Theil, z. B. den Daumen, abwechselnd der Temperatur aussetzt.

Wenn zwei Tastorgane in Berührung kommen, so verschmelzen beide Eindrücke nach Webers Versuchen nicht zu einer Empfindung. Bringt man ein kälteres Glied mit einem wärmeren in Berührung, so empfindet man nicht die mittlere Temperatur, sondern nach verschiedenen Umständen Kälte oder Wärme, oder abwechselnd Kälte und Wärme. Wechselt die Empfindung der Kälte oder Wärme schnell ab, so treten diese Empfindungen nicht zusammen, vielmehr gelangt man zu der Vorstellung, dass etwas Warmes und Kaltes neben- oder hintereinanderliege.

Mit dem Sehorgane haben die Tastorgane den Ortsinn gemein und beide unterstützen sich hierin. Indem die schnell aufeinanderfolgenden, auf die Tastorgane einwirkenden Stösse zu einer Empfindung zusammenfliessen, die Zeiträume aber,

in welchen sich die Stösse folgen, die Empfindung abändern, die Wahrnehmung des Erzitterns oder Bebens, wird das Tastorgan mit dem Gehörorgane vereinigt. Wo die Oberhaut sehr dünn und zugleich sehr empfindlich ist, wirken scharfe Dämpfe ein, wie die von schwefliger Säure und Ammoniak, und es wird hierdurch eine Uebereinstimmung der Tastorgane mit dem Geruchs- und Geschmacksorgane vermittelt.

Wie bei den übrigen Sinnesorganen, so entstehen auch bei den Tastorganen subjektive Tastempfindungen, indem die verschiedenen oben aufgezählten Empfindungen nicht durch äussere Einwirkungen veranlasst, sondern lediglich durch Verstimmungen der Tastnerven selbst auftreten.

Vom Gemeingefühle.

Das Gemeingefühl (Coenaesthesis) bezeichnet das Vermögen, unseren eigenen Empfindungszustand wahrzunehmen, und unterscheidet sich hierdurch von den Sinnesorganen, welche uns über bestimmte Eigenschaften der uns umgebenden Körper oder unserer eigenen Materie Auskunft geben. Mehrere Physiologen sind der Meinung, dass wir bei dem ersten Gebrauche der Sinne alle Eindrücke nur als eine Veränderung unseres eigenen Empfindungszustandes empfinden, und man das Gemeingefühl nicht für einen eigenthümlichen Sinn zu halten habe. Trotz des innigen Zusammenhängens zwischen Gemeingefühlempfindungen und Sinnesempfindungen zeigt sich zwischen beiden nicht allein der wesentliche Unterschied, dass letztere sich stets auf Objekte beziehen, es haben auch Versuche von Magendie dargethan, dass die mechanischen Verletzungen der Nervenhaut des Auges und des Sehnerven, des Geruchsnerven und des Gehörnerven bei Säugethieren keinen Schmerz erregten, ebenso die der Kortikalsubstanz des grossen und kleinen Gehirns und der ihr nächsten Lagen der weissen Substanz, und sogar die Verletzung des Balkens, sowie auch die Verletzungen der die Bewegungsnerven enthaltenden vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven. Aus diesen Umständen ergibt sich, dass das Gemeingefühl mit den Sinnesorganen nicht in so direkter Verbindung steht, dass man beide als identisch betrachten könne. Auch die Annahme Henle's, dass das Gemeingefühl die Summe, das ungesonderte Chaos von

Sensationen darstelle, welches dem Bewusstsein wie allen empfindenden Theilen des Körpers zugeführt wird, kann nicht gebilligt werden. Es gestattet der Raum nicht, die vielfache durch Versuche dargethane Uebereinstimmung oder Differenz des Gemeingefühls und der Sinnesorgane aufzuführen, und enthalten wir uns dessen um so mehr, als die Resultate dieser Untersuchungen keinesweges als sicher anzusehen sind. Das Gemeingefühl fassen wir, insofern es uns den Empfindungszustand unserer Organe zum Bewusstsein bringt, als eigenthümlichen Sinn auf.

Nach Weber gibt es überhaupt viererlei Verhältnisse, unter welchen wir die Empfindungen nicht auf äussere Objekte beziehen können und sie also zu den Gemeingefühlsempfindungen rechnen:

1. Wenn die Empfindungen nicht durch äussere Körper, sondern durch innere Ursachen in unseren Organen angeregt werden, z. B. durch eine Substanzveränderung der Muskeln bei ihrer Ermüdung, durch eine Veränderung der Ernährung der Theile vermöge eines übermässigen Blutandrangs, z. B. durch Entzündung, oder weil Gifte ins Blut gelangen und von den Blutgefässen aus mit den Theilen unseres Körpers, namentlich mit den Nerven, in Berührung kommen, oder weil in uns durch Mangel an Nahrung und Getränk Veränderungen in unserem Körper entstehen;

2. wenn die Eindrücke zwar durch äussere Ursachen hervorgebracht werden, aber in Organen, welche nicht die passende Organisation haben, damit wir den örtlichen Unterschied der Eindrücke, die Grade und vielen Qualitäten der Empfindungen wahrnehmen können;

3. wenn die Eindrücke zwar durch äussere Ursachen hervorgebracht werden und auf geeignete Sinnesorgane geschehen, aber so heftig sind, dass sie nicht bloss die Enden der Nerven, sondern auch ihre Stämme treffen, Schmerz erzeugen, dadurch das Begehrungsvermögen der Seele anregen und die ruhige Reflexion verhindern;

4. wenn Eindrücke, die irgendwo auf die Nerven gemacht worden sind, nicht nur auf die gewöhnliche Weise zu einem bestimmten Theile des Gehirns fortgepflanzt werden, sondern von diesem Theile auf andere Theile des Körpers, namentlich auch des Gehirns übertragen werden und dadurch neue

Empfindungen als eine Nebenwirkung erzeugen, z. B. wenn Schauder entsteht, indem wir mit der Fahne einer Feder auf dem nackten Rücken gestrichen werden, wenn Kitzel entsteht, wenn ein kleiner Körper unsere Oberlippe leise berührt.

Nur die mit Nerven versehenen Theile haben Gemeingefühl, und werden die zu einem Theile gehörenden Nervenstämme vollständig durchschnitten, so wird derselbe des Gemeingefühls beraubt. Es ist dasselbe in den Tastorganen und in den Muskeln am feinsten, äussert sich jedoch in beiden auf verschiedene Weise. In den Tastorganen bringen mechanische und chemische Einwirkungen Schmerzen hervor, in den Muskeln hingegen ist dieses nach Bichat nicht der Fall. Dagegen entstehen in diesen durch zu lange andauernde Kontraktionen, oder durch Rheumatismus Schmerzen. Es gestaltet sich überhaupt das Gemeingefühl nach den Theilen verschieden, muss aber auch nach der Art der Empfindung unterschieden werden. Wir folgen in diesen Beziehungen der Eintheilung von Weber, und handeln zunächst vom Gemeingefühl der Haut und der anderer Tastorgane.

Wärme und Kälte, Druck und Zug erregen in der Haut Schmerzen, die von Tastempfindungen der Wärme und Kälte und des Druckes verschieden sind, es gehen vielmehr diese Empfindungen in den Schmerz über, welcher Uebergang näher zu bestimmen ist.

Ist der Schmerz, der durch Wärme und Kälte entsteht, nicht heftig, so empfindet man zugleich die Temperatur und kann Schmerz und Tastempfindung unterscheiden. Ist er aber heftig, so hört die Temperaturempfindung ganz auf, und es entsteht dieselbe Empfindung, mag Wärme oder Kälte einwirken. Die Verschiedenheit des Schmerzes und der Tastempfindung wird auch dadurch erwiesen, dass durch erstere die Feinheit der letzteren geschwächt oder ganz aufgehoben wird.

Ein wichtiger Umstand ist es, dass der Schmerz durch Wärme und Kälte sich auf eine grössere Region unseres Körpers auszubreiten scheint; taucht man z. B. die ganze Hand in Wasser von 5⁰ R. so lange ein, bis Schmerz entsteht, so erstreckt sich der Schmerz bis zur Mitte des Unterarms, und es verbreitet sich nach Weber hier die Kälte nicht unmittelbar bis zur Mitte des Unterarms, vielmehr dringt sie, indem sie die peripherischen Enden der Tastnerven betäubt, bis zu den

Nervenstämmen, macht durch die zahlreichen Fäden derselben einen Eindruck auf das Gehirn, der sich nicht bloss auf die Orte beschränkt, wo sich jene Fäden im Gehirn endigen, sondern sich auch benachbarten Theilen des Gehirns mittheilt.

Weber entnimmt hieraus, dass der Schmerz durch Wärme und Kälte dann entsteht, wenn die einwirkende Ursache einen so starken Eindruck auf das Gehirn macht, dass sich dieser Eindruck im Gehirne weiter verbreitet. Diese Stärke des Eindrucks hängt aber von 5 Umständen ab: 1) von dem höheren und niederen Grade der einwirkenden Wärme und Kälte; 2) von der Zeitdauer der Einwirkung; 3) von der grösseren oder geringeren Empfindlichkeit des Theiles, welcher dem Eindrucke ausgesetzt ist; 4) von der Grösse der Oberfläche dieses Theiles und 5) von der geringeren oder grösseren Dicke der durch ihr schlechtes Wärmeleitungsvermögen schützenden Decke der Oberhaut.

Der erforderliche Grad zur Erregung der Gemeingefühl- und sogar der Schmerzempfindungen scheint derselbe zu sein, welcher die Nerven, wenn er einige Zeit auf sie einwirkt, in ihrem Leitungsvermögen beschränkt, oder sie sogar dessen auf einige Zeit beraubt. Eine Temperatur von 39° R. ist hierzu im Stande und ebenso eine Temperatur von 9—10° R. bei hinreichend langer Einwirkung.

Wenn man eine Hand in mässig heisses Wasser eintaucht, so ist die Empfindung beim Eintauchen lebhaft und nimmt alsbald ab, dann aber nimmt sie allmälig wieder zu und wächst bis zum Schmerze, der endlich zum Herausziehen der Hand zwingt. Je geringer die Hitze, desto länger dauert es, ehe Schmerz entsteht. Dasselbe findet bei der Kälte statt, nur werden hier die Empfindungen, da die Temperatur des Wassers nicht unter 0° betragen kann, nicht so heftig. In beiden Fällen gehen dem Schmerze andere Gemeingefühlempfindungen voraus. In der Hand, die man in warmes Wasser von etwa 40½ oder 41° R. eintaucht, fühlt man eine Spannung oder Fülle, es entsteht in ihr eine Unruhe, welche von einem heftigen Pulsiren der kleinen Arterien und von einem Zittern herzurühren scheint, in das einzelne Muskelbündel gerathen.

Nimmt man die Temperatur des Blutes auf 30° R. an und berechnet man den Grad der einwirkenden Wärme oder Kälte nach dem Unterschiede von dieser Temperatur des Blutes, so

ergibt sich, dass Wärme schneller den Schmerz herbeiführt und einen stärkeren Schmerz als Kälte erregt. Wasser von 50° R. bringt schon nach 4—6 Sekunden einen sehr heftigen Schmerz hervor, während Wasser von 10° erst nach langer Berührung das Gefühl der Erstarrung, aber keinen beträchtlichen Schmerz veranlasst.

Wenn man nach Weber den Mittelfinger der einen Hand in Wasser von 40,5° R., und den der anderen Hand in Wasser von 9° R. 2½ Minuten lang eintaucht, so war anfangs die Empfindung der Kälte stärker, nach einigen Sekunden waren Kälte und Wärme gleich, dann stieg die Empfindung der Wärme. Nahm man nun beide Finger heraus und legte sie aneinander, so erschien deren Empfindungsvermögen abgestumpft und man fühlte weder Kälte noch Wärme. Waren die Temperaturen des Wassers + 30°,5 und + 9° R., und brachte man nach 10 Minuten die Finger in Berührung, so erschien das Empfindungsvermögen in dem erwärmten Finger nicht abgestumpft, wohl aber das des erkälteten Fingers, daher der erstere die Kälte des letzteren wahrnahm. Umgekehrt verhielt es sich bei der Temperatur von + 41° und + 19° R.

Dass auch die Grösse der Oberfläche, welche der Einwirkung der Temperatur ausgesetzt ist, Einfluss hat, ergibt der Umstand, dass man ein Fingerglied beliebig lange in Wasser von + 39° oder + 5° eintauchen kann, ohne dass Schmerz entstand; geschah dieses aber mit der ganzen Hand, so entstand in beiden Fällen Schmerz.

Speziellere Versuche über die Schmerzempfindungen in Bezug auf die Zeit ihres Eintrittes, je nach den verschiedenen Temperaturen und dem Orte der Einwirkung, hat Weber angestellt, auf welche wir verweisen.

Gleichwie die Tastempfindungen der Wärme und Kälte durch Steigerung in Schmerzempfindungen übergehen, ist dieses auch bei den Tastempfindungen durch Druck und Zug der Fall. Untersuchungen über die Stärke der hierzu nothwendigen Einwirkungen liegen nicht vor, doch sind sie in der Art anzustellen, dass man das Gewicht bestimmt, welches auf einen Quadratzoll der durch Knochen unterstützten Haut wirken müsse, oder welches man an 4, 8 oder 16 Haare aufzuhängen hat, um Schmerz durch Druck oder Zug zu erregen. Es kommt aber hierbei in Betracht, dass noch andere Umstände dann

mitwirken. Es ist nicht gleichgültig, in welcher Art ein Gegenstand auf unsere Haut einwirkt; trifft er dieselbe plötzlich und übt er den Widerstand mit einer gewissen Schnelligkeit aus, so ist die Schmerzempfindung stärker, während umgekehrt eine Ueberschreitung einer gewissen Grenze hier das Empfindungsvermögen momentan ganz aufheben kann. Noch schwieriger sind die Untersuchungen über das Entstehen des Schmerzes durch Zerschneiden der Haut mit scharfen Messern, durch Zerquetschen derselben und durch die zerstörende Wirkung von Aetzmitteln, des Glüheisens etc. Hier kann durch tiefen und schnellen Eingriff die Schmerzempfindung, indem das Leitungsvermögen der Nerven aufgehoben wird, ebenfalls fehlen.

Der durch Elektrizität veranlasste Schmerz zeichnet sich dadurch aus, dass er im Verhältniss zu der Muskelzusammenziehung, die er bewirkt, nur gering ist.

Bei einigen Theilen des Körpers, z. B. bei der Haut des Rückens, wird durch leise Berührung mit einer Fahne oder einer Feder ein Schauder, bei anderen Theilen ein Kitzel erregt. Diese Empfindungen sind von dem Gefühle, welches die Berührung selbst hervorruft, getrennt, sie treten erst nach der Berührung auf und dauern einige Zeit an, und beschränken sich nicht auf den berührten Theil, breiten sich vielmehr auch auf die benachbarten Theile aus. Da nun die Nerven an ihren peripherischen Enden nicht so untereinander kommuniziren, dass sich der Eindruck daselbst von einem Nerven auf den andern fortpflanzen kann, so muss man annehmen, dass der zum Gehirne fortgepflanzte Eindruck sich dort auf benachbarte Theile des Gehirnes ausbreite, und so die Vorstellung, dass benachbarte Theile der Haut empfinden, sich herausbilde.

Empfindungen, die durch die Blutbewegung, durch die Absonderung von Säften aus dem Blute und durch den Prozess der Ernährung in der Haut entstehen, lassen sich nicht auf Objekte beziehen, da die die Empfindung erregende Ursache gleichzeitig auf die kleinsten Theile der Substanz, aus welcher die Haut besteht, wirkt. Sie gehören daher den Gemeingefühlsempfindungen an.

Was das Gemeingefühl der Muskeln betrifft, so werden die Muskeln nur unter gewissen Verhältnissen schmerzhaft und der Sitz von Gemeingefühlsempfindungen. Durchschneidung

der Muskeln und Einwirkung gewisser Reizmittel auf dieselben erregen keine Schmerzen. Dagegen entsteht in den Muskeln durch starke Ermüdung Schmerz, der mit manchen tonischen Krämpfen derselben verbunden ist, und der rheumatische Schmerz; es gehört aber auch das feine Gefühl hierher, durch welches wir die Anstrengung fühlen, die wir mit den Muskeln machen, und den Widerstand sehr genau messen, der uns dabei geleistet wird.

Dieses Gefühl der Anstrengung ist so fein, dass es gleichsam als Kraftsinn aufgeführt werden kann, denn wir nehmen durch dasselbe den Unterschied zweier Gewichte noch genauer wahr, als durch den Tastsinn, indem man Gewichte im Verhältniss von 40 : 39 noch unterscheidet. Gegen die Annahme, dass die Empfindung der Anstrengung nicht in den Muskelnerven, sondern in dem Theile des Gehirnes zu suchen sei, auf den der Wille einwirkt, führt Weber an, dass man auch durch die Dehnung, die die Muskeln erleiden und also ohne alle Anstrengung des Willens, Gewichtsunterschiede wahrnehmen kann.

Bei einem gewissen Grade der Steigerung geht dieses Gefühl der Anstrengung in Ermüdung und endlich in Schmerz über. Um diesen Uebergang zu beobachten, versuche man, wie lange man den Unterarm und Oberarm in mässig gestreckter horizontaler Lage erhalten kann, was natürlich nach dem Grade der Kraft bei verschiedenen Menschen verschieden ist. Bei Weber entstand der Schmerz nach 300 Sekunden und nahm zu. Hatte er den Arm 900 Sekunden so erhalten, so dauerte der Schmerz auch noch im Zustande der Ruhe fort und hatte sich nach 2 Stunden noch nicht ganz verloren. Weber glaubt, dass hier chemische Veränderungen in den Muskeln die Ursache des Schmerzes abgeben. Der Schmerz schien auch nur in den Muskeln seinen Sitz zu haben, welche zur Erhebung des Oberarmes und Unterarmes gebraucht wurden.

Die dem Willen nicht unterworfenen Muskeln geben ebenfalls bei ihren Bewegungen zu Gemeingefühlsempfindungen Veranlassung. Diese sprechen sich bei den Muskeln der Gebärmutter während der Zusammenziehung derselben in den Wehen, bei denen des Mastdarms in dem Tenesmus, und bei denen der Gedärme in dem Bauchkneipen aus. Nach Weber ist es auch wahrscheinlich, dass die heftigen Zusammenziehungen

der Muskelfasern des ganz leeren Magens einen Theil der Empfindung des Hungers veranlassen; dass das Gefühl des Uebelseins beim Erbrechen, der Drang zum Stuhlgange und das eigenthümliche Gefühl beim Stuhlgange Empfindungen sind, welche durch die heftigen peristaltischen und antiperistaltischen Bewegungen veranlasst sind; ebenso scheinen manche Schmerzen, die das Herz verursacht, durch die Bewegungen desselben begründet zu werden, und auch das Wollustgefühl beim Ergusse des Samens scheint durch Bewegungen der Muskelfasern der Samenblase und der Prostata verursacht zu sein.

Zu den meisten Muskeln gehen zugleich mit den Bewegungsnerven auch Empfindungsnerven, und es ist wohl anzunehmen, dass diese die Ursache des in gewisser Hinsicht so lebhaften und feinen Gemeingefühls abgeben; aber die Annahme, dass das Gemeingefühl der Muskeln immer durch Nerven, die von den Tastnerven entspringen, vermittelt werde, ist durch die Erscheinungen bei der Anaesthesie nicht bestätigt.

Es wäre in physiologischer wie in pathologischer Hinsicht sehr wichtig, bei den verschiedenen Gemeingefühlsempfindungen zu unterscheiden, ob die erste Veranlassung zu denselben von den peripherischen Enden der Nervenfäden, den Stämmen der Nerven oder den Zentraltheilen des Nervensystems ausgehe; es ist dieses aber oft sehr schwierig, und es lassen sich hier keine bestimmte Anhaltspunkte geben.

Theile, welche nicht reich an Nerven und Blutgefässen sind, wie die Knorpel, die Knochen, die serösen Häute, die Synovialhäute, die Blutgefässe, die sehnigen Theile, das Bindegewebe und das Fettgewebe, haben im gesunden Zustande wenig oder gar kein Gemeingefühl.

Von dem Gehöre.

Das Hören ist die Wahrnehmung der Schallwellen vermittelst des Ohres.

Von den Schallwellen.

Die Schallwellen werden durch bestimmte Bewegungen der Körper erzeugt, die für keinen anderen Sinn wahrnehmbar, lediglich durch das Ohr empfunden werden. Ohne dass die

Oberfläche eines Körpers sichtbar oder fühlbar sich verändert, gehen dennoch auf ihr sowohl, als durch die ganze Masse desselben Veränderungen im Aggregatzustande der kleinsten Theile vor sich, die durch veränderten Klang sich dem Ohre erkennbar machen. Wir lassen hier zunächst einige allgemeine Bemerkungen über die Schallwellen nach J. Müller folgen.

Die Schallwellen sind entweder Beugungswellen oder Verdichtungswellen. Bei den ersteren verändert sich die Oberfläche des Körpers in Wellenberge und Wellenthäler, ohne weitere Veränderung seiner Dichtigkeit; bei den letzteren findet diese Abwechselung der Oberfläche von Bergen und Thälern nicht statt, die Vorgänge bestehen vielmehr in Verdichtung und Verdünnung, wobei erstere (Verdichtungswelle) den Bergen, letztere (Verdünnungswelle) den Thälern entspricht; der ganze Prozess wird als Bildung von Molekularwellen bezeichnet. Die Schwingung ist entweder eine fortschreitende, wenn sie sich über den ganzen Körper ausbreitet, oder eine stehende, wenn sie pendelartig ihren Ort nicht verändert.

Den Beugungswellen der Flüssigkeiten liegt Schwere zu Grunde und sie stellen Veränderungen des Gleichgewichtes der Flüssigkeit auf ihrer Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe dar. Sobald das Gleichgewicht derselben an einer Stelle gestört ist, bilden sich um diesen Punkt kreisförmige fortschreitende Wellen. Je stärker der Stoss, um so höher sind die Wellen; doch hat auch die Tiefe der Flüssigkeit Einfluss. Die Wassertheilchen bleiben bei der Wellenbewegung an ihrem Orte, sie steigen nur mit der Welle in die Höhe und kehren wieder in die Tiefe zurück, und machen so eine pendelartige Bewegung. Begegnen sich zwei an entgegengesetzten Orten erregte Wellen von gleicher Höhe, so durchkreuzen sie sich ohne sich zu hindern; die Stärke der Bewegung wird verdoppelt, die Wassertheilchen steigen und fallen vertikal, wenn beide Wellenberge zusammenfallen. Fällt von sich begegnenden Wellen der Wellenberg der einen mit dem Wellenthal der anderen zusammen, so gleichen sich beide aus und die Stelle bleibt eben.

Die Wellen werden von den Wänden fester Körper reflektirt, und zwar unter demselben Winkel, unter dem sie auffallen. Eine kreisförmige Welle wird von einer geraden Wand

so zurückgeworfen, als käme sie von einem Punkte hinter der Wand, der ebenso weit hinter der Wand liegt, als der Mittelpunkt der ursprünglichen Welle von der Wand entfernt ist.

Stehende Schwingungen werden in der geraden Wellenrinne durch taktmässige Erregung von hintereinander folgenden Wellen bewirkt, die dann reflektirt werden, oder in einem kreisförmigen Gefässe durch taktmässige Erregung von Wellen in der Mitte.

Beugungswellen fester Körper werden durch Störung und Herstellung der Kohäsion und Elastizität erzeugt.

Wird ein gespanntes Seil oder eine gespannte Saite nahe dem Ende angestossen, so entsteht eine Ausdehnung des Körpers an dieser Stelle, welche als Welle oder Schwingung sich dem ganzen Seile mittheilt, und von dem einen zum andern Ende fortschreitet, am Ende angelangt wieder zurückgeht u. s. w.

Wird das Anstossen mehrmals hintereinander wiederholt, so folgen sich regelmässige Wellen, und indem diese am andern Ende reflektirt werden, entstehen auch stehende Wellen durch die Kreuzung entgegengesetzter Wellen. Die ruhenden Punkte zwischen den Wellen heissen Schwingungsknoten.

Die einfachste Schwingung einer Saite ist jedoch die transversale Schwingung, wo die Befestigungsenden die Schwingungsknoten sind. Sie erfolgt am leichtesten, wenn man eine Saite zerrt oder streicht. Eine stehende Schwingung ist auch die transversale Schwingung ungespannter fester Körper, z. B. der Metallstäbe, die an einem Ende angehalten werden.

Verdichtungswellen entstehen in allen Körpern, wenn der Stoss bloss die kleinsten Theilchen des Körpers sukzessive, und eins durch das andere bewegt; sie werden daher auch Wellen des fortschreitenden Stosses genannt. Durch den Stoss der bewegten Theilchen auf die nächsten findet nothwendig Verdichtung statt, und diese bedingt wieder hinter sich Verdünnung. Die Bewegung ist hier so klein, dass eine Veränderung der Oberfläche der Körper nicht sichtbar ist.

Wird der Stoss auf das Ende eines Stabes senkrecht ausgeübt, so schreitet er senkrecht durch die Länge desselben fort; wird er in der Mitte des Stabes ausgeführt, so läuft die Welle nach beiden Enden, bei einem Körper von kubischem Inhalte verbreitet sich die Bewegung nach allen Seiten hin.

Wellen, welche in der Luft erregt werden, bestehen in

fortlaufenden Verdichtungen und Verdünnungen. Eine in einer Röhre fortlaufende Luftwelle prallt, wenn jene am Ende geschlossen ist, zurück, und behält zurücklaufend ihre Eigenschaften; auch an einem offenen Ende prallt die Welle unvollkommen zurück, nimmt aber dabei entgegengesetzte Eigenschaften an, indem sie verdünnend wird, wenn sie verdichtend war, und umgekehrt.

Durch das Gehörorgan nimmt man nun die Schwingungen der Medien in der Umgebung wahr, und es stellen sich dieselben im Allgemeinen als Schall dar; ein einmaliger Stoss der Schallwellen ist ein einfacher Schall, der bei stärkender Intensität zum Knall wird. Es fragt sich hierbei, ob nicht durch jeden auch nur einfachen Stoss eine, wenn auch sehr kleine Periode von Wellen jedesmal vor dem Ohre oder innerhalb desselben erzeugt wird, und es ist gewiss, dass in Fällen nicht die einmalige Ingression, sondern deren als Wellenzug auftretende Folgewirkung empfunden wird, unwahrscheinlich aber, dass es Fälle gibt, in welchen diese letztere nicht eintritt. Die Stärke des Schalles hängt von der Grösse der Schwingung der Theilchen ab. Die Qualität des Schalles scheint theils von der Form der Welle, theils von der Gleichzeitigkeit verschieden schneller Wellen abzuhängen. Die Dichtigkeit des schallenden Körpers modifizirt die Form der Welle; bei einem dichten Körper ist die Ausweichung der Schwingung geringer, als bei einem weniger dichten Körper. Die Lufttheilchen, welche ihn berühren, werden gleichzeitig von ihm abgestossen, und der verdünnte Luftraum, den er bei seiner Zusammenziehung zurücklässt, ist schmäler.

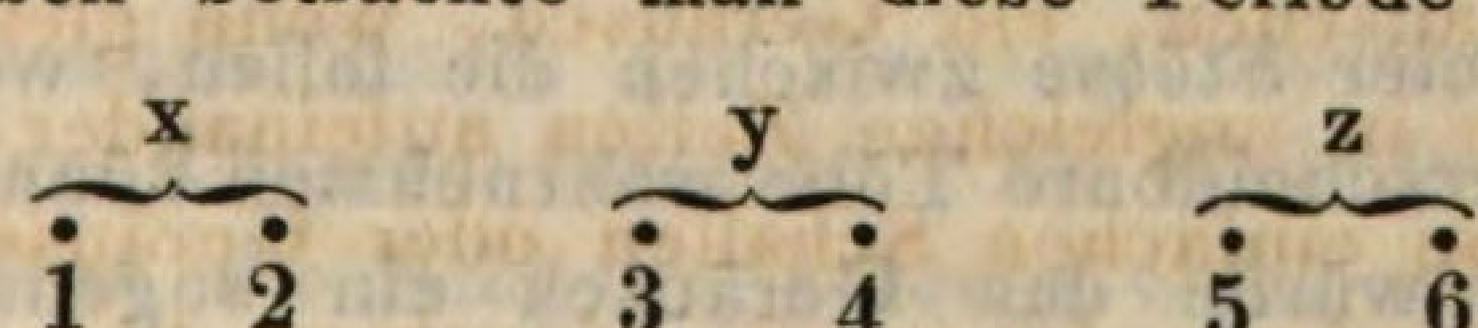
Folgen nach J. Müller mehrere Wellen aufeinander, so entsteht ein Rauschen, ein Geräusch, wenn gleiche oder ungleiche Schalle in ungleichen Zeiten aufeinander folgen. Bei einer Folge von einfachen Schallen oder Geräuschen in gleichen Zeiten wird, so lange die einzelnen Akte noch unterschieden werden, ein schwirrendes Geräusch vernommen; werden diese einzelnen Akte nicht mehr unterschieden, so entsteht der Ton. Ein klangvoller Ton wird durch einfache, hinlänglich starke Wellen ohne unregelmässige Zwischenwellen oder Geräusche hervorgebracht.

Harless stellte hiergegen eine abweichende Ansicht auf. Nach ihm haben die Geräusche ihre physikalische Ursache

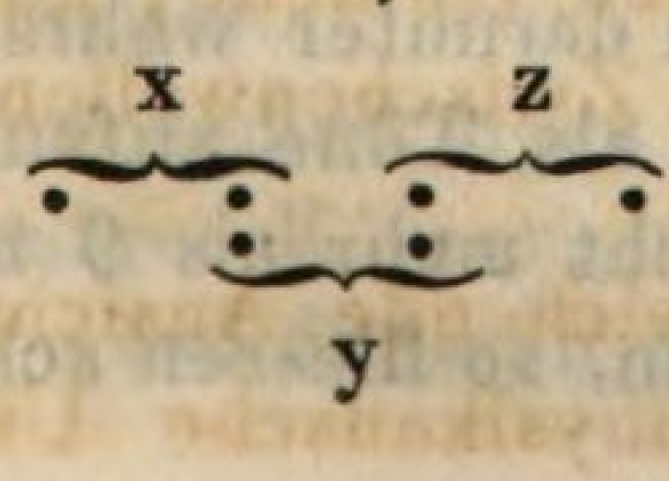
darin, dass in der Aufeinanderfolge der in der Luft sich fortpflanzenden Stösse eine Unregelmässigkeit herrscht, die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der einzelnen Stösse jedoch so gross ist, dass das Ohr diese als einzelne nicht mehr von einander unterscheiden kann. Vom Standpunkte der subjektiven Auffassung unterscheidet er reine oder einfache, und unreine oder komplizirte Geräusche. Das einfache Geräusch setzt voraus, dass an ihm selbst keine bestimmte Tonhöhe und zweitens neben ihm nicht gleichzeitig ein Ton gehört werde. Es dürften jedoch solche äusserst selten, vielleicht nie zu Stande kommen. Abgesehen hiervon gehört zu dem Geräusche eine Reihenfolge von Stössen. Die Versuche zeigen, dass man von dem Savartschen Rade alle Zähne bis auf zwei wegnehmen kann, ohne dass der Ton verändert wird, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades nur dieselbe bleibt. Es ist also ganz gleichgültig, wie viele Stösse in einer gegebenen Zeit den Nerv treffen, und es kommt sonach allein auf die Distanz zweier Stösse an, um einen Ton von bestimmter Höhe zu erzeugen, wofern nur diese Distanz nicht ein gewisses Maximum oder Minimum überschreitet. Bei einem Geräusche darf dieses Maximum nicht überschritten werden, sonst hört man nur einzelne Schalle, aber kein Geräusch.

Das Gefühl der Distanz, wenn es dafür ein wahrnehmbares Organ gibt, muss hierbei so gut wie bei Entstehung einer Tonempfindung vorhanden sein. Gesetzt nun, wir hätten eine Sukzession von Stössen in der Weise: x y z (Bezeichnung der verschiedenen Distanzen der Stösse), so ist offenbar, dass dieses gleich ist einer raschen Sukzession von drei Tönen, mit a b c bezeichnet.

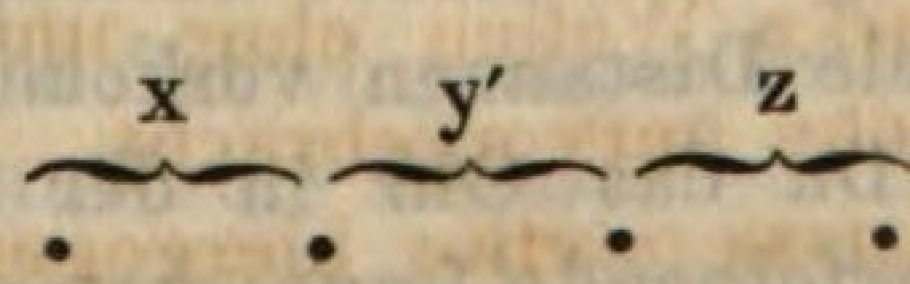
Schematisch betrachte man diese Periode von Stössen zuerst so:



Es wären dieses drei Paare von Stössen; ferner sei der Zeitraum zwischen dem ersten und zweiten, zweiten und dritten Paare = Null, also:



oder



so können drei Töne nur mit grösster Schwierigkeit, vielleicht gar nicht unterschieden werden, weil die Nachwirkung von dem einen Ton sich mit dem neuen vermengt, wenn die Stösse einen gewissen Grad von Intensität besitzen. Vergrössert man aber die Periode durch mehrere immer in gleichen Intervallen sich wiederholende Stösse, so ist das Ohr im Stande, in der Mitte der Periode vielleicht den Ton a oder b oder c zu unterscheiden, während Anfang und Ende getrübt wird durch die Nachwirkung der vorausgegangenen Stoss-Intervalle.

Ist aber der Zeitraum zwischen je zwei Paar Stössen nicht = 0, sondern hat er eine bestimmte Grösse, welche ganz nahe dem Minimum fällt, bei dem man noch einen Ton wahrnimmt, so wird dadurch ein neues Intervall erzeugt, durch das wenigstens die Nachempfindung des ersten Stosspaares modifizirt werden kann. Wenn nun weiter immer zwischen je zwei Paar Stössen ein Intervall liegt und diese Intervalle verschieden an Grösse sind, so wird das Geräusch nothwendig noch komplizirter und bei grosser Geschwindigkeit und Intensität der einzelnen Stösse die Schwierigkeit immer grösser, die einzelnen Distanzen derselben als Empfindungsqualitäten zu sondern und aufzufassen.

Wenn nun aber eine bestimmte Distanz häufig vorkommt, so wird diese die Tonhöhe des ganzen Geräusches bestimmen können.

Wenn man auch annimmt, dass jede Distanz zweier Stösse als Ton vernommen werden könne, so kann doch auch ein gebildetes Ohr nicht alle zwischen der kleinsten und grössten Distanz gelegenen weiteren Distanzen unterscheiden. Es können somit auch Geräusche dadurch entstehen, dass die Distanzen je zweier Stösse zwischen die fallen, welche wir als wirkliche unterscheidbare Töne wahrnehmen können. In einem solchen Falle würde das Geräusch ein sogenanntes reines sein, an welchem ein nebenhergehender Ton oder eine Tonlage des Geräusches im Allgemeinen durchaus nicht unterschieden und bemerkt werden kann. Ist jedoch die Aufeinanderfolge der Stösse zufällig, so werden darunter wahrscheinlich viele Distanzen vorkommen, welche als Töne aufzufassen sind. Da das Ohr in der Sekunde nicht mehr als 9 hintereinanderfolgende Laute unterscheiden kann, so fliessen schneller

aufeinanderfolgende Töne ineinander, und es entsteht auf diese Weise ein Geräusch aus lauter an sich reinen, einzeln wohl bestimmbaren, allein bei beschleunigter Sukzession nicht mehr auffassbaren Tönen.

Nach dieser Darlegung gibt Harless folgende Erklärung: Ein Geräusch entsteht entweder durch eine Sukzession von Perioden einzelner Stösse, deren mehr als neun in einer Sekunde kommen, oder durch eine Sukzession von Stössen, deren Intervalle unregelmässig und wiederum kleiner als $1/_{9}$ Sekunde sind, oder Intervalle, welche nicht solchen Distanzen entsprechen, die man als Töne auffasst, wobei es dann gleichgültig ist, ob durch solche Distanzen erzeugte Schalle mehr oder weniger als 9 auf eine Sekunde treffen.

Ein Geräusch kann also aus Tönen oder aus nicht bestimmbaren Schallen zusammengesetzt sein, und das Wesentliche des Geräusches beruht auf der eine Distinktion der einzelnen Stossintervalle nicht mehr zulassenden beschleunigten Sukzession der einzelnen Stösse. Denn auch bei der grössten Unregelmässigkeit dieser Intervalle oder Distanzen könnte man, wenn man überhaupt jede einzelne als Ton aufzufassen im Stande ist, bei weniger als 9 Paaren von Stössen in der Sekunde die neun Töne als verschiedene noch perzipiren, ohne dass dadurch ein Geräusch entstände.

Ist so das Auftreten der Geräusche von der Sukzession der einzelnen Stösse bedingt, so ist es begreiflich, dass man nach und nach aus der Form der Geräusche die Natur der Vorgänge erkennt, was man aus den begleitenden Tönen und Klängen entnimmt.

Die Töne und Klänge geben Aufschlüsse über die inneren Zustände der Körper, sie werden von inneren Gesetzen beherrscht, wie auch immer der Vorgang beschaffen sein mag, welcher sie den Körpern entlockt. Es sind die Gesetze der Elastizität; denn die Schwere erzeugt wohl auch regelmässig in Flüssigkeiten von der Art des äusseren Impulses nicht direkt abhängige Wellenbewegungen, allein diese Schwingungen sind zu langsam, als dass sie Tonempfindungen vermitteln könnten.

Tonempfindungen erregen solche Schwingungen fester oder luftförmiger Körper, welche sich auf eine Summe von im Minimum zwei Stössen auf den Nerv reduziren lassen; die Qua-

lität der Empfindung wechselt mit der Distanz dieser Stösse, und wenn die Periode der letzteren eine grössere Anzahl als zwei umfasst, so wird zur Reinheit des Tones ein Gleichbleiben der Distanzen unerlässlich. Auch aus Summen regelmässig wiederkehrender Geräusche kann ein, wenn auch nicht so reiner Ton entstehen.

Fortschreitende und stehende Schwingungen, Beugungswellen und Verdichtungswellen können in tönenden Körpern auftreten, in allen Fällen geschieht aber die Fortpflanzung der Tonwellen durch Verdichtungs- und Verdünnungswellen.

Von der umfangreichen Skala der Töne werden von dem nicht musikalisch gebildeten Ohr nur wenige erfasst, feiner aber unterscheidet dasselbe die Klänge. Es liegt dieses 1) in der Beschaffenheit der bei weitem grösseren Mehrzahl der tönenden Körper, welche so äusserst selten vollkommen homogene, theilweise wenigstens die vollkommene Reinheit des Tones bedingende Massen darstellen; 2) in der Art, wie die Töne dem Körper entlockt werden, welche wiederum öfter eine verschiedene als gleiche sein wird; 3) in der Umgebung des tönenden Körpers, welche ebenfalls häufig eine verschiedene ist.

Die Bestimmung der Klänge ist höchst schwierig; sie entstehen häufig durch Vermischung mehrerer Schwingungen in der Empfindung, und werden durch neben dem Tone hergehende Geräusche hervorgerufen.

Nach dieser Darlegung der Wellenbewegung im Allgemeinen, der Wellenbewegung tönender Körper und der allgemeinen Verschiedenheit dieser Töne, lassen wir die Schallleitung nach J. Müller folgen.

Bei den fortschreitenden Wellen werden die Schwingungen tönender Körper in der Regel durch Verdichtungs- und Verdünnungswellen, nicht durch Beugungswellen fortgeleitet. Auch das Wasser leitet die Schallwellen auf diese Art.

Wird diese Bewegung in der Luft von irgend einem Punkte aus nach allen Richtungen erregt, so bilden die Wellen die Form einer Kugel, und es nimmt die Grösse der Bahn, welche die Lufttheilchen vorwärts und rückwärts durchlaufen, was mit den Beugungswellen verglichen der Höhe des Wellenberges entspricht, mit dem Fortschreiten der Welle ab, während die Dicke der Welle gleich bleibt und die Kugel der

nach allen Seiten fortschreitenden Welle immer gleichmässig an Durchmesser zunimmt, so dass ihr Umfang wie die Quadrate ihrer Durchmesser zunimmt. Die Intensität des Schalles nimmt aber wie die Quadrate der Entfernungen ab.

Wirkt der stossende oder schwingende Körper in freier Luft nicht nach allen, sondern nur nach einer Richtung, so ist die dadurch erregte Welle auch sphärisch, oder der Wellenberg ist in der Richtung des Stosses stärker. Finden daher die Schallwellen in dem tönenden Körper in einer Richtung statt, so wird auch der Schall in dieser Richtung deutlicher und stärker gehört.

Ein Ton kann durch Resonanz selbst stärker werden, als er im tönenden Körper es war. Es entsteht die Resonanz durch Vergrösserung der Oberfläche der gleichartigen schwingenden Theile. Daher tönt eine Stimmgabel stärker, wenn sie auf einen festen Körper aufgesetzt wird. Die Resonanz ist stärker bei einem begrenzten als bei einem unbegrenzten Körper, indem ersterer die Schallwellen zum Theil von seinen Rändern und Flächen zurückwirft.

Stehende Schwingungen entstehen bei schallleitenden, begrenzten und elastischen Körpern. Ein begrenzter schallleitender Körper wirft die fortschreitenden Wellen von seinen Rändern und Ecken zurück, wobei Kreuzung und Neigung der Wellen stattfindet. Bei einem resonirenden Körper hängt die Breite dieser Wellen nicht von ihm selbst ab, und es sind nicht nothwendig aliquote Theile seines Ganzen, vielmehr ist die Breite der Wellen durch den tönenden Körper bedingt. Bei einem tönenden Körper sind die entstehenden Wellen immer aliquote Theile seines Ganzen. Aber ein begrenzter schallleitender Körper kann sich selbst wie ein tönender in nähere grössere Abtheilungen theilen, indem sich Knoten und Knotenlinien bilden.

Der Ton eines Körpers kann unter bestimmten Bedingungen in einem begrenzten elastischen Körper nicht blos Resonanz, sondern auch Selbsttöne des letzteren erregen, in welchem Falle der letztere Körper seinen eigenen, vom ersten verschiedenen Ton gibt. Gespannte Saiten sind des Mitklingens in ihrem eigenen Tone fähig. Hierzu scheint nicht bloss ein hoher Grad von Elastizität und scharfe Begrenzung, sondern auch die Bedingung nöthig zu sein, dass die Wellen des

ersten Tones zu den Wellen des Grundtones des mittönenden Körpers in einem einfachen Verhältnisse stehen.

Es kann ein elastischer und begrenzter Körper unter bestimmten Bedingungen auch den Ton eines selbsttönenden Körpers in der Höhe modifiziren, indem sich beiderlei Schwingungen gegenseitig zur Bildung von Wellen modifiziren, welche weder dem einen noch dem andern Körper eigen sein würden.

Die schallleitenden Flüssigkeiten zeigen in unmittelbarer Berührung mit den tönenden Körpern noch eigenthümliche Beugungswellen an ihrer Oberfläche, welche von den Verdichtungswellen der Schallleitung zu unterscheiden sind, und sich als sehr regelmässig kleine wellenartige Erhebungen und Vertiefungen auf der Oberfläche, wie stehende Wellen darstellen. Sie sind gleichsam Abdrücke der Schwingungen des tönenden Körpers, welche den Theilchen des Wassers mitgetheilt werden. Es sind dieses Erhebungs- oder Beugungswellen, während die Wellen bei der Schallleitung auch im Wasser wie an der Luft Verdichtungswellen sind.

Was die Stärke der Schallleitung betrifft, so ist sie um so vollkommner, je gleichartiger der schallleitende Körper dem tönenden ist. Die Schwingungen werden beim Uebergange in ein anderes Medium theils fortgeleitet, theils zurückgeworfen. Ueber die Fortleitung stellt J. Müller folgende Gesetze auf.

Die festen Körper nehmen die in Wasser selbst erzeugten Schallwellen mit grosser Stärke aus dem Wasser auf.

Schallwellen fester Körper gehen stärker durch andere damit in Verbindung gesetzte feste Körper fort, als aus festen Körpern in Wasser, aber viel stärker aus festen Körpern im Wasser, als aus festen Körpern in der Luft fort.

Schallwellen der Luft theilen sich dem Wasser sehr schwer und sehr viel schwerer mit, als sie in der Luft fortgehen; sie theilen sich aber dem Wasser sehr leicht mit durch Vermittlung einer gespannten Membrane.

Schallwellen, die sich im Wasser fortpflanzen und durch begrenzte feste Körper durchgehen, theilen sich nicht bloss stark dem festen Körper mit, sondern resoniren auch von den Oberflächen des festen Körpers in das Wasser, so dass der Schall im Wasser in der Nähe des festen Körpers auch da stark gehört wird, wo er zufolge der blossen Leitung im Wasser schwächer sein würde.

Schallwellen, die sich im Wasser fortpflanzen, erleiden auch eine theilweise Reflexion von den Wänden des festen Körpers.

Dünne Membranen leiten den Schall im Wasser ungeschwächt, mögen sie gespannt oder ungespannt sein.

Luftmassen resoniren im Wasser von den Schallwellen des Wassers, wenn die Luft von Membranen oder festen Körpern eingeschlossen ist, und bringen dadurch eine ansehnliche Verstärkung des Tones hervor.

Mit Luft gefüllte Membranen resoniren im Wasser, auch wenn die Schallwellen von festen Körpern der Blase mitgetheilt werden.

Schallwellen, welche aus der Luft ins Wasser übergehen, erleiden eine beträchtliche Verminderung ihrer Intensität, gehen aber mit der grössten Stärke von der Luft zum Wasser durch Vermittlung einer gespannten Membrane über.

Schallwellen gehen aus der Luft ohne merkliche Veränderung ihrer Intensität an Wasser auch dann über, wenn die vermittelnde gespannte Membrane mit dem grössten Theile ihrer Fläche an einem kurzen festen Körper angeheftet ist, der allein das Wasser berührt.

Schon ein kleiner fester Körper, der beweglich durch einen häutigen Saum in ein Fenster eingesetzt ist, leitet die Schallwellen von der Luft zum Wasser viel besser als andere feste Theile. Diese Leitung wird aber noch viel mehr verstärkt, wenn der solide, das Fenster schliessende Leiter an der Mitte einer gespannten Membrane befestigt ist, die von beiden Seiten von Luft umgeben ist.

Eine kleine stark gespannte Membrane leitet den Schall schwächer als im schlaffen Zustande.

Schwingungen, welche von der Luft auf eine gespannte Membrane, von dieser auf frei bewegliche, begrenzte, feste Theile, von diesen auf Wasser verpflanzt werden, theilen sich sehr viel stärker dem Wasser mit, als Schwingungen, welche von der Luft auf dieselbe gespannte Membrane, von dieser auf Luft, von dieser auf eine Membrane und von dieser auf Wasser verpflanzt werden.

Bei der Reflexion verhalten sich die Schallwellen wie die Lichtwellen. Eine in dem Brennpunkte eines Hohlspiegels aufgestellte Uhr lässt ihr Picken in dem Brennpunkte eines andern, die Schallstrahlen sammelnden Hohlspiegels hören.

Da sich Schallwellen der Luft schwerer den festen Körpern mittheilen, als sie in der Luft weiter geleitet werden, so erhält sich die Stärke des Schalles in einem Kommunikationsrohre sehr vollkommen, sowie andererseits die einem stabförmigen festen Körper mitgetheilten Schallwellen in grosse Fernen fast unverändert ihre Stärke erhalten. Ein Sprachrohr stellt eine Parabel vor, in deren Brennpunkt der Schall erregt wird. Die Ursache der Verstärkung ist grösstentheils das Zusammenfallen der ursprünglichen Wellen mit den reflektirten. Aber auch die Resonanz der begrenzten Luftmasse kommt in Betracht. Das Hörohr kondensirt die Schallwellen.

Ein Nachhall entsteht, wenn bei grösserer Entfernung einer reflektirenden Wand die reflektirten Wellen merklich später zum Ohre gelangen, als die ursprünglichen; ein Echo, wenn der Unterschied so gross ist, dass beide nicht mehr aneinanderschliessen.

Es ist oben angegeben, dass der Ton durch die Distanz der Stösse bedingt wird. Wir folgen in der weiteren Darlegung der Tonlehre der Darstellung von Harless: Nach Savarts Untersuchungen findet die Wahrnehmung der Töne von der geringsten Schwingungsmenge 16 (entsprechend 8 Stösse) bis zur grössten 24000 in der Sekunde (entsprechend 12000 Stösse des gezahnten Rades) statt. Wenn nun auch nicht alle Tonunterschiede aufgefasst werden, so vermag doch ein wohlgeübtes Ohr nach Seebeck eine Differenz von einer Schwingung auf 1200, also ein Intervall von $\frac{1}{15}$ des syntonschen Komas, noch zu unterscheiden, was jedoch nicht für alle Töne bei einem und demselben Ohre gleich ist.

Union sind zwei Töne, welche von zwei Körpern herrühren, die in gleicher Zeit die gleiche Anzahl von Schwingungen vollbringen. Je grösser die Schwingungsmenge in der gleichen Zahl, um so höher ist der Ton in Verhältniss zu einem zweiten mit geringerer Schwingungsmenge. Der Ton, mit welchem man andere vergleicht, ist der Grundton, und das Verhältniss zwischen zwei Tönen heisst das Intervall.

Ist das Intervall durch ganze Zahlen ausdrückbar, so ist es ein konsonirendes, wenn nicht, ein dissonirendes. Verdoppelt sich die Schwingungsmenge des Grundtones, so gibt dieses die Oktave, die von jenen durch die sechs Töne: Sekunde,

Terz, Quarte, Quinte, Sexte, Septime getrennt ist. Diese acht Töne bezeichnet man mit C D E F G A H c.

Das tiefste C ist das der offenen 32 Fuss langen Orgelpfeife, während das siebengestrichene c der $\frac{1}{32}$ Fuss langen Pfeife nicht mehr musikalisch ist. Das Bereich der musikalischen Töne umfasst neun Octaven. Die Aufeinanderfolge solcher Töne gibt die diatonische Tonleiter.

Die Musik benutzt noch die zwischen diesen Tönen gelegenen sogenannten halben, welche als Erhöhung des tieferen, oder Erniedrigung des höheren angesehen werden, und jenachdem einen verschiedenen Namen bekommen.

Die Fortschreitung von den ganzen zu den halben Tönen nennt man chromatisch, von einem halben Ton zu dem nächsten halben Tone enharmonisch. Das gegenwärtige Musiksystem ist ein zusammengesetztes: diatonisch-chromatisch-enharmonisches.

Die auf Zahlen reduzirten Schwingungsmengen der ganzen Töne verhalten sich folgendermaassen zueinander:

24	27	30	32	36	40	45	48
C	D	E	F	G	A	H	c

so dass wenn C 24, D 27 Schwingungen in derselben Zeit macht.

In der Musik hat man zwei dem Charakter nach sehr verschiedene Tonarten, jenachdem man C oder A als Grundton der diatonischen Tonleiter annimmt. Im ersten Falle bezeichnet man sie mit Dur, im letzteren Moll. Die Zahlenwerthe jener verhalten sich zueinander wie folgt:

C : D : E : F : G : A : H : c wie

$1 : \frac{9}{8} : \frac{5}{4} : \frac{4}{3} : \frac{3}{2} : \frac{5}{3} : \frac{15}{8} : 2$ oder wie

8 : 9 : 10

15 : 16

8 : 9 : 10

8 : 9

15 : 16.

Drei bestimmte Verhältnisse kehren hierbei mehrmals wieder: 8 : 9, als Intervalle eines grossen ganzen Tones, 9 : 10 als Intervalle eines kleinen ganzen Tones, 15 : 16 als Intervalle eines grossen halben Tones. Hieraus ergeben sich zwei neue Verhältnisse.

Der grosse halbe Ton verhält sich zu dem kleinen ganzen wie $^{16}/_{15}$: $^{10}/_{9}$ = 144 : 156 = 24 : 26. Verhalten sich nun die Schwingungsmengen zweier Töne wie 24 : 25, so ist, der Werth des ersteren = 1 gesetzt, der Werth des zweiten $^{25}/_{24}$, kleiner also als $^{15}/_{16}$. Der dadurch bezeichnete Ton liegt fast in der Mitte zwischen zwei um das Intervall eines grossen ganzen Tones verschiedenen, der Werth des Tones, welcher in der Mitte dieses (durch das Verhältniss 8 : 9 ausdrückbaren) Intervalls gelegen ist, beträgt: 8,48.

Ein zweites Verhältniss ergibt sich durch den Vergleich des kleinen ganzen Tones (9 : 10) mit dem grossen ganzen Tone (8 : 9); $^{10}/_{9}$ verhält sich nämlich zu $^{9}/_{8}$ = 80 : 81 = 1 : $^{81}/_{80}$. Dieses Intervall heisst das Komma.

Hieraus lässt sich zeigen, dass Cis nicht vollkommen gleich Des ist, sondern etwas tiefer. Erhöht man nämlich C um einen kleinen halben Ton, so erhält man Cis = 1 $\times$ $^{25}/_{24}$ = 1,04, und erniedrigt man D um ebensoviel, so erhält man Des = $^{9}/_{8}$ $\times$ $^{24}/_{25}$ = $^{216}/_{200}$ = 1,08. Dasselbe lässt sich für Dis und Es, Fis und Ges etc. nachweisen.

Legt man der diatonischen Tonleiter einen anderen Ton zum Grunde, so muss man, weil ihre sieben Haupttöne nicht mehr genügend sind, zwischen jedes um das Intervall eines ganzen Tones auseinanderliegende Paar von Tönen einen Zwischenton einschieben. Denn D ist zwar die Sekunde von C, E aber nicht ganz von D und F nicht von E: denn es verhält sich nicht:

C : D = D : E = E : F etc., ebenso wenig wie:
8 : 9 = 9 : 10 = 15 : 16 etc.

Die Dur-Tonleiter hat eine 12 Intervalle enthaltende Reihe von Tönen:

C Cis D Dis E F Fis G Gis A Ais H c.

Für die Molltonleiter hat man, wenn A zum Grundton genommen wird, folgende Töne und Zahlenwerthe:

A : H : c : d : e : f : g : a wie
1 : $^{9}/_{8}$: $^{6}/_{5}$: $^{27}/_{20}$: $^{3}/_{2}$: $^{8}/_{5}$: $^{9}/_{5}$: 2 und C als Grundton genommen:
C D Es F G As B c.

Setzt man den Grundton = I, die Sekunde = II etc., und

bezeichnet man die Dur-Tonart mit D, die Moll-Tonart mit M, so erhält man folgende Zusammenstellung:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
D	1	$9/8$	$5/4$	$4/3$	$3/2$	$5/3$	$15/8$	2
M	1	$9/8$	$6/5$	$27/20$	$3/2$	$8/5$	$9/5$	2

Daraus folgt, dass in beiden Tonarten die Werthe der Terz, Quarte, Sexte und Septime nicht gleich sind. Der geringste, dem Ohre kaum bemerkbare Unterschied, nämlich blos ein Komma, findet bei der Quarte statt.

Die Terz, Sexte und Septime der Dur-Tonart nennt man die grossen, die der Moll-Tonart die kleinen, wobei sich verhält

die grosse Terz zur kleinen wie $5/4 : 6/5 = 25 : 24$
- - Sexte - - - $5/3 : 8/5 = 25 : 24$
- - Septime - - - $15/8 : 9/5 = 25 : 24$ d. h.

während die grosse Terz etc. 25 Schwingungen macht, macht die kleine 24.

Eine völlige Reinheit der Intervalle mit ihren erhöhten oder erniedrigten Tönen und beliebigem andern Grundton als C gibt es nicht. Man beschränkt sich daher auf 12 von C ausgehenden Tönen mit 7 ganzen und 5 halben Tönen, und macht alle Abstände derselben einander gleich; so werden alle Konsonanzen mit Ausnahme der Oktave schwebend (die gleichschwebende Temperatur), wobei die grosse Terze E etwas hinaufschweben, die Quinte G etwas abwärts schweben muss, wie folgende Zahlenwerthe der Töne der chromatischen Tonleiter ergeben:

Töne.	Gleichschwebende Temperatur.	Ursprüngliches Verhalten.
C	1,00000	1,00000
Cis	1,05946	1,04166
D	1,12246	1,12500
Dis	1,18921	1,17187
E	1,25992	1,25000
F	1,33484	1,33333
Fis	1,41421	1,38889
G	1,49831	1,50000
Gis	1,58740	1,56250
A	1,68179	1,66666
b	1,78180	1,80000
H	1,88775	1,87500
c	2,00000	2,00000

Die Wirkung der Aufeinanderfolge verschiedener Töne, wie sie zur Melodie verflochten werden, beruht ausser der des Taktes, des Forte und Piano, der Höhe und Tiefe des Tones an sich, auf der Beziehung der Töne zueinander, baut demnach auf die abklingende Nachwirkung vorhergehörter Töne, und fällt somit in mancher Beziehung mit der Konsonanz und Dissonanz gleichzeitig angestimmter Töne zusammen.

Die Konsonanz und Dissonanz wird durch die Natur der Intervalle bestimmt. Lassen sie sich auf Bruchstücke der ununterbrochenen Reihe 1, 2, 3, 4, 5, 6 zurückführen, so erregen sie angenehme Eindrücke. Ueberspringen dagegen ihre Werthe eine oder mehrere Zwischenzahlen, so gehören sie zu den dissonirenden Verbindungen. c und g = 2 : 3, c und f = 3 : 4, c und e = 4 : 5, a und c = 5 : 6 geben konsonirende, c und a dagegen oder d und h = 3 : 5 dissonirende Verhältnisse. c, f und a oder d, g und h = 3 : 4 : 5, c, e und g = 4 : 5 : 6 sind konsonirende; c, g und a = 6 : 9 : 10, c, e und f = 12 : 15 : 16 und c, es und e = 20 : 24 : 25 dissonirend.

Was das Hören mehrerer Töne zugleich anbetrifft, so wird häufig angenommen, dass das Ohr im Stande sei, mehrere Töne gleichzeitig und getrennt voneinander zur Perzeption zu bringen. Harless nimmt jedoch an, dass zwei einander folgende Stösse bei einer bestimmten Intensität und Geschwindigkeit nicht als zwei, sondern als eine Empfindung aufgefasst werden, und dass somit zwei rasch sich folgende Einwirkungen auf den Akustikus ebenso verschmelzen, wie zwei rasch sich folgende Eindrücke von Farben auf den Gesichtssinn. Er fährt weiter fort, dass von einem Tone nie mehr als ein Verdichtungsmaximum seines Wellenzuges in dem Labyrinth in einem Moment vorhanden ist, und dass dieses Maximum in kürzester Zeit das ganze Labyrinth passirt hat, nämlich in weniger als $^1/_{49000}$ Sekunde. Es ist also gar nicht daran zu denken, dass eine Empfindung des zuerst erregten Punktes der Nervenausbreitung festgehalten werden könnte, sondern es ist ebenso gut, als läge diese in ihrer ganzen Masse punktförmig in dem Raume, durch welchen die Wellen fortschreiten. Die Lehre über die Durchkreuzung der Wellen ist hier nicht anwendbar. Jede Impression auf den Hörnerv ruft einen Schall hervor; jedes Maximum einer Welle, welches nie gleichzeitig

mit dem einer zweiten zugehörigen Welle im Labyrinthe sich befindet, gleicht einem Stosse. Die Distanzen zweier Stösse bestimmen den Ton; jeder Stoss für sich allein ist dem Ohre gleichbedeutend. Sind nun zwei Wellenzüge verschiedener Töne vorhanden, so fallen unter gewissen Bedingungen zwei Maxima von Zeit zu Zeit in das Labyrinth, in den Zwischenzeiten immer nur eins um das andere. Erfolgt dieses immer nach 6 Impressionen, so lässt das Ohr nur erkennen, dass bei der 7ten Impression sich beide Maxima vereinigen. Für das nicht gebildete Ohr vereinigt sich das Ganze zu einer bestimmten Wirkung, und erst das gebildete Ohr erkennt, dass hier zwei Töne gleichzeitig angestimmt sind, nicht mittelst des Sinnes, sondern der Aufmerksamkeit, welche es auf die Distanzen der zusammenfallenden Maxima zu richten gelernt hat.

Wenn beide Töne nicht zu gleicher Zeit ihren ersten Stoss machen, so wird ein vollständiges Coincidiren der Stösse nicht stattfinden können, und die Maxima werden nicht übereinstimmen. Es ist dann aber die sich wiederholende Approximation der Maxima schon hinreichend, um wahrgenommen zu werden, was der Tartini'sche Ton bedingt, der um so stärker ist, je grösser die Approximation der Maxima.

Vom Gehörorgane.

Das Gehörorgan stellt in seiner einfachsten Form ein mit Flüssigkeit gefülltes Bläschen dar, auf dem sich der Akustikus ausbreitet, und in welchem sich in der Regel ein grösserer oder mehrere kleinere Otolithen (Konkremente von kohlensaurem Kalk) vorfinden. Die Membran des Bläschens hat hier die Aufgabe, Schwingungen der Luft auf das Wasser zu übertragen, worüber die Gesetze oben angegeben, hauptsächlich aber dient sie zur Ausbreitung des Akustikus, namentlich bei den im Wasser lebenden Thieren. Die Konkremente steigern die Resonanz. Bei der weiteren Entwickelung des Gehörorganes muss man besonders 2 Formen unterscheiden, je nachdem die Schallleitung durch Wasser oder durch Luft erfolgt. Es kommt aber hierbei auch die Schallleitung durch feste Körper in Betracht, indem der Gehörgang der Wirbelthiere von mehr oder minder fester Substanz umschlossen wird, die sich fast immer durch den grossen Grad ihrer Härte auszeichnet

und zur Schallleitung besonders geeignet ist. Die auf dieselbe einwirkenden Stösse pflanzen sich daher besonders dem Gehörorgane nach den Gesetzen der Schallleitung fester Körper mit.

Sowohl bei den im Wasser als bei den in der Luft lebenden Thieren kommt der Gehörnerv mit dem umgebenden Medium niemals in direkte Berührung, wird vielmehr stets von dem Labyrinthwasser umspült, so dass seine Erregung zuletzt immer durch Wasserwellen erfolgt. Bei den im Wasser lebenden Thieren sowohl, als bei den in der Luft lebenden erfolgt der Uebergang der Schwingungen vom äusseren Medium bis zum Nerv durch 3 aufeinanderfolgende Leiter: 1) das äussere Medium, 2) die festen Theile des Thieres und Gehörorganes, 3) das Labyrinthwasser. Bei den Luftthieren geschieht daher die Mittheilung durch drei aufeinanderfolgende Medien, Luft, feste Theile und Wasser, bei den im Wasser lebenden durch Wasser, feste Theile und Wasser, so dass im letzteren Falle zwei Medien gleich sind, und der Gehörapparat dadurch wesentlich ein einfacherer wird. Es fehlt bei den Fischen die Schnecke der höheren Wirbelthiere und die Trommelhöhle.

Die Gesetze der Fortpflanzung des Schalles durch die verschiedenen Medien sind schon oben angegeben. Ueber die Bildung des Ohres bei den verschiedenen Thieren müssen wir auf die grösseren Werke über vergleichende Anatomie und Physiologie verweisen und beschränken wir uns hier, die Funktionen der einzelnen Theile des menschlichen Ohres bei dem Hören darzulegen, in welcher Beziehung wir besonders Valentins Darlegung des Nutzens der einzelnen Theile des Ohres folgen.

Das äussere Ohr soll zunächst die Schallwellen, welche die Ohrmuschel treffen, in den äusseren Gehörgang zurückwerfen. Esser zeigte jedoch durch Versuche, dass dieses nicht der Fall sei. Es soll ferner das äussere Ohr gleich einem Gehörrohre wirken und die Tönung nicht blos auf dem Wege der Zurückwerfung, sondern durch die eigenthümlichen Schwingungen der festen Wände und die Resonanz des eingeschlossenen Luftraumes verstärken. Indessen lässt sich hierdurch die besondere Form des Menschenohres nicht erklären. Nach Savart und J. Müller sollen die Unebenheiten die Möglichkeit des senkrechten Auffallens der Schallstrahlen vermehren, und da diese hierbei am kräftigsten wirken, eine Steigerung ver-

anlassen. Bei einer Ausfüllung der Vertiefungen des äusseren Ohres vermindert sich die Schärfe der Gehörempfindung, während die Töne ebenso rein als unter den gewöhnlichen Verhältnissen aufgefasst werden. Endlich bietet das äussere Ohr eine grössere Fläche dar, und die Schallschwingungen, welche diese treffen, werden den Nachbargebilden mitgetheilt.

Die besondere Form des äusseren Ohres, wenn durch dasselbe auch eine Verstärkung der Schallwellen anzunehmen ist, kann jedoch von physikalischer Seite nicht näher erklärt werden, und die empirischen Versuche thuen dar, dass das äussere Ohr nur höchst unbedeutend auf die Direktion der Luftwellen zum inneren Theile des Gehörorganes und die Verstärkung derselben wirkt, indem der gänzliche Mangel desselben von keinem wesentlichen Einflusse ist, was Harless durch eigene Versuche nachwies.

Auch der Anheftungswinkel des äusseren Ohres kommt in Betracht, jedoch hat er keinenfalls einen wesentlich und bestimmten Einfluss. Buchanan hält einen Winkel von 25—45 für den günstigsten. Bei weniger als 15° soll die Schärfe des Auffassungsvermögens der Schallwellen merklich geschwächt sein. Nach Harless setzt diese Annahme voraus, dass durch die Form der reflektirenden Flächen der Ohrmuschel die Schallwellen dem äusseren Gehörgang könnten direkt zugeführt werden, was jedoch nicht der Fall. Wichtiger ist die Thatsache, dass die Auffassung eines Schalles um so deutlicher sein wird, je mehr die Direktion seiner Wellen senkrecht auf der auffangenden Fläche steht. Es ist daher für alle Töne, welche gerade vor uns entstehen, die gewöhnliche Stellung der Ohrmuschel im Allgemeinen ungünstig, und würde durch Vergrösserungswinkel günstiger. Für seitlich entstehende Töne dagegen ist ein kleiner Winkel geeignet, und für noch mehr nach hinten gelegene Schallquellen ist eine noch grössere Reduktion dieses Winkels passend.

Die Muskeln des äusseren Ohres sind bei dem Menschen grösstentheils so schwach entwickelt, dass sie die Bewegungen desselben fast gar nicht zu leiten vermögen. Bei den Thieren sind sie häufiger sehr kräftig, so dass das meist tütenförmig gebildete äussere Ohr hier einem willkürlich zu dirigirenden Hörrohr gleicht.

Der äussere Gehörgang leitet zunächst die Schallwellen,

die direkt oder durch Reflexion in ihn eindringen, zum Trommelfell fort, er leitet ferner in seinen festen Wänden die Bewegungen des äusseren Ohres bis zur nächsten Umgebung des Trommelfelles; und die in ihm enthaltene Luft ist der Resonanz fähig, wobei seine Kürze verhindert, dass die Luftsäule in einem ihr eigenen, deutlich wahrnehmbaren Nebentone mitklingt.

Die besondere Form des äusseren Gehörganges lässt sich nach physikalischen Gesetzen nicht erläutern. Akustischen Gesetzen zufolge hat die Krümmung des Ganges weniger Einfluss auf das Gehör als die Weite, besonders am Anfang desselben; um hier seine Oeffnung zu vergrössern, erweitern wir ihn instinktmässig durch Oeffnen des Mundes, indem wir dabei die Gelenkfortsätze des Unterkiefers nach vorn und unten ziehen. Rücken diese nach Verlust der Backzähne nach hinten und oben, so soll hierbei das Gehör beeinträchtigt werden.

Bei dem schwierigen Uebergang der Schallwellen von Luft an feste Theile, wird durch die Reflexion der Schallwellen von den Wandungen gegen die Achse des Ganges ein Fortschreiten konzentrirter Schwingungen in der Richtung dieser zu dem Trommelfell hin begünstigt, wie dieses bei dem Hörrohr stattfindet.

Der Einfluss des Ohrenschmalzes scheint nach Harless am meisten darin gesucht werden zu müssen, dass es das Mittönen der Wände des Ganges verhindere und die Erzitterungen der einströmenden Luft nicht zur Wahrnehmung kommen lasse, obgleich auch hiergegen Bedenken vorhanden sind.

Das Trommelfell trennt den äusseren Gehörgang von der Trommelhöhle und ist hierbei unter ungefähr 55^0 gegen die Achse des inneren Theiles von jenem geneigt. Indem es den Raum der Paukenhöhle nach aussen hin abschliesst, schützt es denselben vor dem Eindringen fremdartiger Massen. Es kann durch die Muskeln der Gehörknöchelchen in verschiedenem Grade gespannt werden. Nach Versuchen von Wollaston und J. Müller soll stärkere Spannung des Trommelfelles, die sie durch Luftveränderung der Trommelhöhle einleiteten, die Wahrnehmung tiefer Töne hindern, die von hohen Tönen eher verschärfen. Was die Leitung der Schallwellen vermittelst des Trommelfelles betrifft, so haben wir oben schon die Gesetze der Schallleitung durch Membranen nach J. Müller angegeben,

man muss hiernach annehmen, dass das Trommelfell die Schallwellen nicht besser von der Luft des Gehörganges zu der Luft der Pauke fortzupflanzen vermag, als dieses unmittelbar geschehen würde; wohl aber wird dasselbe durch seine Beziehungen zu den Gehörknöchelchen von Einfluss, indem es geeignet ist, Wellen der Luft leicht aufzunehmen und an feste Körper leicht abzugeben, während die Luftschwingungen an sich nur unvollkommen auf feste Körper übergehen.

Aus der Pathologie ist anzuführen, dass das Trommelfell gänzlich zerstört sein kann, ohne dass das Gehör für Schallwellen, die sich durch die Luft fortpflanzen, gänzlich verloren geht. Der musikalische Sinn kann sich unter diesen Verhältnissen vollständig erhalten. Kleinere Spalten oder Oeffnungen scheinen sogar ohne merklichen Nachtheil bestehen zu können. Ausschwitzungen, die sich in der Masse des Trommelfelles selbst absetzen, führen oft zu beträchtlicher Schwerhörigkeit, welche allein auch die angerathene Durchbohrung des Trommelfelles bei Schwerhörigkeit rechtfertigen können.

Die Gehörknöchelchen leiten die Bewegungen des Trommelfelles nach dem Labyrinthe. Die Artikulation und Beweglichkeit derselben hat einen geringen Einfluss auf Leitungsveränderungen in ihnen oder zwischen ihren Endpunkten, steht vielmehr mit Funktionen der Membranen in Verbindung, welche aussen als Trommelfell, innen als membranöser Saum des Steigbügels und indirekt als Membrana tympani secundaria durch die Bewegungen der Knöchelchen in verschiedene Spannungsgrade versetzt werden können.

Es knicken sich die Gehörknöchelchen wechselseitig unter bestimmten Winkeln ein. Obgleich weder Stellung und Form durch die Gesetze der Akustik erklärt werden, so kann man doch annehmen, dass die von aussen nach innen gerichteten Bebungen des Trommelfelles als Längenschwingungen in den Schenkeln des Steigbügels auftreten, und in dieser ihrer Richtung auf die Flüssigkeit des Vorhofes wirken. Die Haut des eirunden Loches und der Fusstritt des Steigbügels, oder dieser überhaupt, erzittern, wie das Paukenfell in Bahnen, die im Allgemeinen von aussen nach innen gerichtet sind.

Die Gesetze des Ueberganges der Schallschwingungen von einem Medium in das andere, vermittelst Membranen, zeigen das Verhältniss der Gehörknöchelchen zu den Membranen in

dieser Beziehung an, und es wirken die Luftwellen viel intensiver vom Trommelfell durch die Gehörknöchelchen und das ovale Fenster, als durch die Luft der Trommelhöhle und die Membran des runden Fensters auf das Labyrinthwasser.

Seebeck will durch das Verhältniss der Gehörknöchelchen zu den Membranen die Vielseitigkeit der Tonauffassung, deren unser Gehör fähig ist, erklären. Eine kleine nicht zu sehr gespannte Haut, die an beiden Seiten von Luft begrenzt wird, verfällt in lebhafte Schwingungen, so wie der sie anregende Ton mit ihrem eignen Tone in Einklang steht. Weicht er dagegen um einen halben oder einen viertel Ton ab, so vermindert sich die Wirkung. Sie kann bei stärkeren Unterschieden gänzlich ausbleiben. Nur Töne mit 2, 3, 4 mal so geringen Schwingungszahlen liefern wiederum lebhaftere Bewegungen der mittönenden Haut. Diese selbst erklingt aber nicht in dem tiefen anregenden, sondern in ihrem eignen Tone. Es liesse sich hiernach erwarten, dass bloss eine beschränkte Zahl von Tönen mit grösster Deutlichkeit durch Vermittlung des Trommelfelles wahrgenommen werden könnte. Die Erfahrung lehrt aber, dass dieses nicht der Fall ist. Seebecks Untersuchungen über das Mittönen der Körper weisen nämlich nach, dass der Einfluss, den die Höhe des anregenden Tones ausübt, um so mehr in den Hintergrund tritt, je grösseren Widerstand das zweite, hinter dem mitklingenden Körper befindliche Mittel zu leisten im Stande ist. Eine auf diese Weise mitschwingende Membran erreicht auch um so eher ihren Beharrungszustand, bei dem ihre Schwingungen dem des anregenden Körpers isochron werden. Trägt man dieses auf das durch die Gehörknöchelchen mit dem Labyrinth verbundene Trommelfell über, so kann man annehmen, dass das Ohr auf diese Weise die Fähigkeit erhält, eine grössere Reihe von Tönen aufzufassen, und sie noch, wenn sie rasch aufeinanderfolgen, wechselseitig zu unterscheiden. Eine bedeutendere Anspannung des Paukenfelles wird das Hören tieferer Töne unmöglich machen. Wächst die Stärke und die Höhe der Töne gleichzeitig, so rückt auch die Grenze der Wahrnehmung weiter hinaus.

Der Verlust der Gehörknöchelchen hat nicht nothwendiger Weise völlige Taubheit zur Folge. Man findet sogar Angaben, dass es hierbei vollkommen erhalten blieb.

Der Luftinhalt der Paukenhöhle kann dreierlei Bestimmungen erfüllen. Er isolirt das Trommelfell und die Gehörknöchelchen, pflanzt selbständig Wellen nach dem inneren Ohre fort und verstärkt die Tönung durch Resonanz.

Wenn sich die Erschütterungen der Luft der Paukenhöhle nur in geringem Grade den begrenzenden festen Wänden mittheilen, so geschieht dieses in höherem Maasse der Haut des eirunden Loches und vor Allem dem Nebentrommelfell. Es pflanzen sich jedoch die Schwingungen, welche die Reihe der Gehörknöchelchen durchlaufen, auf die Flüssigkeiten des Labyrinthes stärker fort, als die, welche von der Luft der Trommelhöhle und der Haut des runden Loches herrühren.

Der Nutzen dieser doppelten Uebertragung, und ob nur die eine Art der Wellen oder beide zugleich vernommen werden, lässt sich nicht mit Bestimmtheit angeben.

Die Zellenräume des Zitzenfortsatzes, welche mit der Paukenhöhle durch die Verbindungsöffnung zusammenhängen, scheinen als Resonanzwerkzeuge zu wirken. Ihre späte Entwicklung lässt auf eine untergeordnete Bedeutung schliessen.

Verstopfung der Trommelhöhle mit Schleim etc. stört das Gehör in beträchtlichem Grade; ebenso soll auch bei Ueberfüllung der Zellen des Zitzenfortsatzes das Gehör merklich leiden, und Anbohrung des Warzenfortsatzes und Entfernung der fremdartigen Körper dann im Stande sein, die Regelwidrigkeit zu beseitigen.

Ueber den Nutzen der Tuba Eustachii sind sehr viele Hypothesen aufgestellt worden. Nach J. Müller ist der Hauptzweck derselben, die Luft der Trommelhöhle mit der äusseren Luft ins Gleichgewicht zu setzen, und namentlich eine durch einseitig verdichtete oder verdünnte Luft entstehende, grössere Spannung des Trommelfells und die daraus erfolgende Schwerhörigkeit zu vermeiden. Dann aber wird, wie Henle angibt, der Klang durch die Tuba modifizirt und von seiner dumpfen Resonanz befreit, die Trommelhöhle mit Luft versorgt und der Schleim durch Wimperbewegung ausgeführt.

Die Annahmen, dass die Tuba sich nützlich erweise, weil ein eingeschlossener Luftraum nicht zur Fortleitung der Schwingungen geeignet sei, weil sie das Mitklingen der Luft der Trommelhöhle hindere, und weil die eigne Stimme durch sie gehört werde, sind nicht haltbar.

Aus der Pathologie ergibt sich, dass, wenn die Eustachi'sche Trompete mit fremdartigen Massen verstopft ist, das Gehör in merklichem Grade leidet, und dass die Ohrenärzte sich daher häufig bemühen, diesen Nebengang durch den Katheter oder auf andere Weise wieder herzustellen, und wenn dieses nicht gelingt, einen künstlichen Weg durch Anbohrung des Zitzenfortsatzes oder durch Durchlöcherung des Trommelfelles anzubahnen. Aber auch aus diesen Erfahrungen kann man keine sichern Anhaltspunkte für die akustische Bedeutung dieses Gebildes erlangen.

Das Labyrinth wird durch zwei Oeffnungen, das eirunde und das runde Loch, mit der Trommelhöhle verbunden. Jenes führt zunächst zu dem Vorhof und dieses zu der Paukentreppe der Schnecke. Es ist sicher, dass die Schwingungen der Gehörknöchelchen durch das eirunde Loch weiter dringen und auf den Vorhof und die halbzirkelförmigen Kanäle übergehen, während die vom Trommelfell durch die Luft der Trommelhöhle geleiteten Wellen durch die Membran des runden Fensters zum Labyrinthwasser gehen. Die verschiedenen Ansichten über die Intensität dieser beiden Leitungen sind von J. Müller dahin entschieden, dass die ersteren Wellen viel stärker wirken. Wenn man auch mit Wahrscheinlichkeit annehmen kann, dass beide Leitungen nicht bloss quantitativ, vielmehr auch qualitativ verschieden sind, so sind doch direkte Versuche hierüber höchst schwierig.

Die häutigen Theile des Vorhofes, der Ampullen und der halbzirkelförmigen Kanäle enthalten die Glasfeuchtigkeit oder die Endolymphe des Labyrinthes. Die seröse Perilymphe trennt jene Gebilde von der sie einschliessenden Knochenmasse. Sie füllt noch die Räume, welche die Schneckentreppen übrig lassen, aus. Die Wände des häutigen Labyrinthes besitzen übrigens eine gewisse Steifheit. Sie fallen daher nicht, wie weichere Säcke, nach der Entleerung ihres Inhaltes zusammen.

Man kann sich diese Einrichtung aus mehrfachen Gründen begreiflich machen. Die Dichtigkeit der Flüssigkeiten, welche die Hörnerven in dem Vorhofe und den Ampullen unmittelbar und an den Schneckentreppen mittelbar umspülen, nähert sich denen des Inhaltes der Nervenfasern. Die Schwingungen können sich wahrscheinlich vollkommner und gleichförmiger mittheilen. Sie schützen zugleich die Nervenmasse vor schäd-

lichen Einwirkungen, gestatten ihr eine freiere Ausbreitung, pflanzen die Stösse rascher fort und machen eine gleichförmigere Vertheilung des Druckes möglich. Die ferneren Wände des häutigen Labyrinthes eignen sich wahrscheinlich in höherem Grade, die Wellen aufzunehmen, synchronisch mitzuschwingen und die Tönung selbst durch Resonanz zu verstärken.

Die Erschütterungen des Steigbügels theilen sich den angegebenen Flüssigkeiten und dem häutigen Labyrinthe mit, und wirken wahrscheinlich mit mehr Kraft auf diejenigen Fasern des Hörnerven, die sich in dem Vorhofe und den Ampullen, als auf die, welche sich in der Schnecke verbreiten. Der Rhythmus der Stösse wird die Empfindung der Höhe, die lebendige Kraft derselben die Wahrnehmung der Stärke der Töne bestimmen. Man kennt aber nicht die Verhältnisse, von denen die Auffassung des Klanges abhängt. Man weiss ebenso wenig, wozu die Säcke des Vorhofes und die Unebenheiten der Ampullen dienen. Am meisten ist zu vermuthen, dass sie die Schallwellen den Ausbreitungen der Hörnerven unter allen beliebigen Eintrittsverhältnissen in möglichster Stärke zuleiten.

Die Krystallmassen, welche in dem Vorhofe des Menschen vorkommen, verstärken wahrscheinlich die Stösse, welche die in dem Vorhofe und den Ampullen ausgebreiteten Fasern des Hörnerven treffen, indem eine Flüssigkeit, die einzelne kleine Steine enthält, leichter in Molekularschwingungen verfällt.

Man hat bis jetzt die Fasern der Gehörnerven nicht bis in die häutigen halbzirkelförmigen Kanäle verfolgen können, und man ist nicht im Stande, deren Nutzen mit Sicherheit anzugeben.

In Bezug auf den Nutzen der Schnecke stellt Weber die Vermuthung auf, dass wir die Schallwellen, welche die festen Theile des Schädels durchdringen, mittelst derselben vorzüglich auffassen. Es wirken nämlich die Wellen der Perilymphe nicht bloss auf den Vorhof und die halbzirkelförmigen Kanäle, sondern auch auf das Schraubenblatt der Schnecke. Da sie aber hier einem fremdartigen Mittel begegnen, so stossen sie jedenfalls auf grössere Hindernisse, als die Erschütterung der Glasfeuchtigkeit, die sich den Nervenfasern der Ampullen und des Vorhofes unmittelbar mittheilen können. Die Schwingungen

aber, welche durch die Festgebilde des Kopfes gehen, können sich ohne Unterbrechung auf die Schnecke übertragen.

Das Schraubenblatt hat offenbar den Nebenendzweck, die Oberfläche, an der sich die Endgeflechte dieses Theiles des Hörnerven verbreiten, zu vergrössern. Die Länge der hier angebrachten Fasern wird mit der Breite, und die Zahl derselben mit der Ausdehnung oder der Menge der Windungen jenes Blattes zunehmen. Eine jede Erschütterung kann sich unter diesem Verhältnisse einer grösseren Reihe von Fasern leicht mittheilen.

Es lässt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, ob ein Stoss, der eine einzelne Stelle des Schraubenblattes trifft, längs desselben abläuft und auf diese Weise die Zeitgrösse des Eindrucks verlängert. Es ist in Folge des unmittelbaren Zusammenhangs, in dem das Schraubenblatt mit den benachbarten Festgebilden steht, eher anzunehmen, dass die Wellen sich allseitiger nach verschiedenen Richtungen ausbreiten.

Jedenfalls werden sich die Erschütterungen in der festen Masse der Schnecke rascher als im Mittel von geringerer Dichtigkeit verbreiten, und eine grosse Reihe von Punkten gleichzeitig oder in wenigen Augenblicken durchsetzen. Bei der verhältnissmässig grossen Zahl von Fasern, die sich in diesem Theile ausbreiten, kann man mit Recht vermuthen, dass die Schnecke die Eindrücke vervielfältigt und deren Wahrnehmbarkeit sichert, wenn auch nicht angegeben werden kann, welche andere Vortheile aus jenen Verhältnissen hervorgehen.

Die Schallwellen, welche die Kopfknochen durchsetzen, müssen zwar die Schnecke am stärksten treffen, es unterliegt aber kaum einem Zweifel, dass auch die Schwingungen des Labyrinthwassers auf das Schraubenblatt übertragen und sogar durch die Resonanz desselben verstärkt werden können. Man muss daher wenigstens für jetzt annehmen, dass ein und derselbe Ton durch den Vorhof und die Schnecke zugleich aufgefasst zu werden vermag, und dass diese nicht ausschliesslich für die Wellen der Kopfknochen bestimmt ist. Wir wissen aber nicht, ob wir nur eine Wirkung der Art geistig auffassen, oder ob wir beide zu einem mittleren Eindrucke zu verbinden pflegen.

Von der Gehörsempfindung.

Die Intensität der Gehörsempfindung hängt von der Stärke der Schwingung und der Reizempfänglichkeit des Gehörnerven ab, und es ist dies wie bei allen Sinnesorganen für die einzelnen Individuen durchaus verschieden. Es lässt aber auch hier der Nerv eine verschiedene Ausbildung nach dieser oder jener Richtung erkennen. So ist bald das Unterscheiden tiefer Töne, bald das von hohen Tönen mehr oder weniger ausgebildet; bei gut Hörenden, welche auch schwaches Geräusch unterscheiden können, fehlt zuweilen der Sinn für Unterscheidung der musikalischen Unterschiede der Töne und für Harmonie und Dissonanz, welche Unterscheidung wiederum bei sonst schwach Hörenden vorhanden sein kann. Manche Menschen hören sonst gut, aber die Grenze des Hörens hoher Töne tritt bei ihnen bald ein, während wiederum Schwerhörige sehr hohe Töne zuweilen ganz gut hören, was durch zu grosse Spannung des Trommelfelles zu erklären. Manche Schwerhörige hören bei starkem Lärme schwächere Töne besser; hier kann ursprünglich ein Torpor der Gehörnerven vorhanden sein, welcher durch den stärkern Lärm zur Schärfung seiner Thätigkeit erregt wird.

Die Unterscheidung der Richtung und Entfernung des Schalles wird nicht durch die Empfindung selbst bedingt, sondern durch Urtheil in Folge von Erfahrung gewonnen. Die wahrgenommenen Modifikationen des Gehöres nach der Richtung des Schalles geben die Richtung der schallenden Körper an. Das einzige sichere Leitungsmittel hierbei ist die Wirkung des Schalles auf eins der beiden Ohren, wobei die Reflexion, die Resonanz, die ungeschwächte Fortleitung des Schalles durch die Luft gekrümmter Kommunikationsröhren vielfache Täuschungen möglich machen. Haben beide Ohren eine gleiche Stellung gegen den Schall, so fehlt auch dieses Hülfsmittel der Unterscheidung für die Richtung des Schalles.

Ueber die Entfernung des Schalles gibt die Stärke desselben fast ausschliesslich unser Urtheil.

Wir sind ferner im Stande, unsere Gehörsempfindung auf einzelne Geräusche besonders hinzuleiten, und diese bei mehreren gleichzeitigen Geräuschen schärfer zu verfolgen. Andererseits wird aber auch durch eine sehr lange Dauer oder

lange anhaltende Wiederholung desselben Schalles eine Nachempfindung desselben im Nerven zurückgelassen, die längere Zeit anhalten kann.

Von dem Doppelthören unterscheidet J. Müller zwei Arten, wie beim Doppeltsehen. Die erste Art, das Doppelthören durch zwei Ohren, ist sehr selten, und wird durch die ungleiche Wirkung beider Ohren erzeugt. Die zweite Art entsteht durch ungleiche Leitung desselben Tones durch zwei Media zum Ohre, und kann leicht erzeugt werden, wenn man z. B. den Ton eines im Wasser schallenden Glöckchens bei verstopften Ohren durch die Luft hört, und zugleich mittelst eines festen Konduktors, der ans Ohr und ins Wasser gehalten wird, aus dem Wasser hört. Beide Töne sind an Stärke und Klang verschieden.

Die subjektiven Gehörempfindungen sind eigentlich nur solche, die nicht durch Stosswellen, sondern durch einen Zustand der Reizung im Hörnerven bedingt werden, man rechnet daher auch diejenigen objektiven Tonverhältnisse hinzu, deren Erregung nur in den Gehörwerkzeugen oder in den Nachbargebilden derselben stattfindet. Zu diesen letzteren gehört das Brausen bei Kongestionen nach dem Kopfe und Ohre, bei aneurysmatischer Ausdehnung der Gefässe, ein bestimmtes Knacken im Ohre, welches man oft willkürlich erzeugen kann, und nach J. Müller durch Zusammenziehung der Muskeln der Gehörknöchelchen erzeugt wird, ferner das Rauschen bei Zusammenziehung der oberen Gaumenmuskeln, beim Gähnen, bei der Verdichtung der Luft der Trommel und Spannung des Trommelfells, beim Schnäutzen, bei gewaltsamer weiter Abziehung des Unterkiefers etc.

Reine subjektive Gehörsempfindungen werden durch krankhafte Reizbarkeit der Gehörnerven, durch Nachempfindung von Schallen und durch Einwirkung von Elektrizität auf das Ohr erzeugt.

Die Sympathien des Akustikus mit anderen Theilen sprechen sich sowohl in dem Einfluss, den Gehörsempfindungen auf den Organismus ausüben, als auch umgekehrt in dem Antheile aus, den der Gehörnerv an Vorgängen in anderen Theilen des Organismus nimmt.

Das Hören gewisser schneidender, schrillender Töne erweckt das Gefühl von Rieseln über den Rücken, bald Schmerz

in den Zähnen, bald Stechen in den Augen etc. Harless will durch Gehörsempfindung bei sich vor dem Auge farbige Punkte im Finstern beobachtet haben, welche durch Auf- und Abbewegungen und durch Schwankungen in Wellen den bald langsamern, bald schnellern Gang der Melodie nachbildete, und hierin eine Sympathie zwischen Gehör und Gesichtssinn erkennen. Zwischen dem Gehör und den übrigen Sinnen ist keine Wechselwirkung bekannt; dagegen werden Fälle erzählt von plötzlichen Durchfällen bei Geräuschen, von Zusammenfliessen des Speichels bei heftigen Tönen, von Kardialgie bei heftigem Knall, von Thränensekretion bei jedem vernommenen Wort etc.

Vielfache Beobachtungen beweisen ferner, dass bei Krankheiten anderer Theile des Körpers der Gehörnerve mit affizirt werde, so namentlich in Krankheiten des Unterleibs und bei fieberhaften Affektionen.

Die Sympathien der Gehörnerven werden wahrscheinlich nach den Gesetzen der Reflexion durch Vermittlung des Gehöres erzeugt.

Achter Abschnitt.

Von der Bewegung.

Von der Bewegung im Allgemeinen.

Alle Vorgänge in den Organismen sind mit Bewegungen verbunden, die entweder denen der anorganischen Natur entsprechen, physikalische und chemische Bewegungen, oder eigne vitale Bewegungen darstellen, und durch die Thätigkeit des Organismus hervorgerufen werden. Da kein Vorgang in dem Organismus ohne Bewegung möglich, so könnte die Lehre von der Bewegung über alle jene Vorgänge ausgedehnt werden; wo jedoch die mechanischen Verhältnisse, durch deren Veränderung eben die Bewegung erzeugt wird, nur begleitende Erscheinungen anderweitiger Vorgänge sind, wie z. B. bei der Resorption und Sekretion, sind sie bei diesen mit abgehandelt worden; ebenso müssen wir diejenigen Bewegungen, welche die organischen Wesen mit den anorganischen Körpern gemein haben, hier ausschliessen, und können nur solche Bewegungen hier erörtern, bei denen durch die Ortsveränderung der Theile die wesentliche Thätigkeit bedingt wird.

Die organische Bewegung besteht in der Fähigkeit der Gewebe, durch veränderte Stellung der Moleküle ihre Dimensionen in bestimmten Richtungen zu verändern und zu dem früheren Zustande wieder zurückzukehren, sich zu verlängern und zu verkürzen, sich zu kontrahiren oder zu erschlaffen. Es ist dieses die aktive Bewegung, während die Bewegung derjenigen Theile, welche nicht durch die Veränderung ihrer

Moleküle, sondern durch die Einwirkung der aktiven Bewegungen anderer Gewebe erzeugt wird, passive Bewegung heisst.

Die Fähigkeit zu aktiven Bewegungen ist im Allgemeinen als Zusammenziehungsfähigkeit, Kontraktilität, bezeichnet worden; es tritt dieselbe in Folge der Einwirkung äusserer oder innerer Reize auf, und die Fähigkeit, gegen solche Reize zu reagiren, wird als Reizbarkeit, Irritabilität, bezeichnet. Es ist schon in der Nervenphysiologie das allgemeine Verhältniss der Nerven zu der Bewegung dargelegt, sie sind die Motoren zahlreicher aber nicht aller auf Kontraktionserscheinungen beruhender Bewegungen. Eine andere Art von Bewegung ist die von Wimpern mit freien Enden durch Oscillation derselben. Man unterscheidet daher die Bewegung durch Oscillation und die Bewegung durch Kontraktion der Fasern, und letztere in solche, welche vom Nervensystem abhängt, und solche, welche unabhängig vom Nervensystem zu Stande kommt. Zu der Bewegung durch Oscillation gehört die Flimmerbewegung, die Zellenbewegung und die der Samenfäden, von denen wir zunächst handeln.

Von der Flimmerbewegung.

Flimmerbewegung, Wimperbewegung, Motus vibratorius, mouvement vibratoire, ciliary motion, bezeichnet die durch Schwingungen von Härchen oder Läppchen auf der Oberfläche freiliegender Epithelialzellen hervorgebrachte Bewegung. Sie ist nur unter dem Mikroskope wahrnehmbar.

Die Flimmerbewegung der Mollusken war den Forschern der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts, De Heide, Swammerdam, Leeuwenhoek, Backer etc., schon bekannt. Später förderten Bohadsch, Spallanzani, Ellis, Ledermüller, Fontana, Cavolini, Poli etc. die Lehre der Flimmerbewegung bei den Mollusken, Infusorien, Polypen und Medusen. Besonders wirkte Steinbach im Anfange dieses Jahrhunderts, welcher die an Polypen gemachten Erfahrungen bekräftigte und das Flimmerphänomen an den Kiemen und andern Körpertheilen der Froschlarven entdeckte. Weitere Forschungen stellten Tilesius, Dutrochet, Stiebel, Gruithuisen, R. Wagner, Ehrenberg etc. an, bis Purkinje und Valentin dieses Phänomen auch in den Schleimhäuten der Amphibien, Vögel und Säugethiere im Jahre

1834 nachwiesen, und hierdurch für die Lehre der Flimmerbewegung eine neue Epoche bildeten.

Um die Flimmerbewegung wahrzunehmen, benutzt man ein Stück der mit dem Flimmerepithelium versehenen Schleimhaut, so nach Valentin am besten die Schleimhaut aus der Mundhöhle des Frosches. Man trennt hiervon ein kleines Stück ab, befeuchtet es mit Wasser und bringt es, nach Valentin gefaltet, frei oder mit einem Glasplättchen bedeckt unter das Mikroskop. Mit den Objektivlinsen 1, 2 und 3 des Schiekschen Mikroskopes erkennt man alsdann die undulirende Bewegung, und zwar vorzüglich am Rande, indem die im Wasser schwebenden Schleimkügelchen vorbeigetrieben werden. Bei stärkerer Vergrösserung nimmt man die Wimpern selbst wahr, jedoch nur undeutlich, so lange die Bewegung sehr rasch ist. Schabt man die Oberfläche einer Flimmerhaut selbst ab, so bleiben zwar die Härchen noch oft in Thätigkeit, stehen jedoch leichter still und es können dann die Organe der Wimperbewegung leichter wahrgenommen werden.

Die Untersuchungen über den Bau der bei der Flimmerbewegung interessirten Theile haben nach Valentin folgende Resultate gegeben. Die Härchen oder Blättchen sitzen an den freien Oberflächen von Epithelialzellen, die man Flimmerorgane nennt. In den meisten Fällen ist dieses Flimmerepithelium ein Zylinderepithelium, dessen Zylinder meist den Charakter älterer, in ihrer Ausbildung vorgeschrittener und zum Theil verhornter Zellgebilde an sich tragen. Ausnahmsweise gibt es jedoch runde, länglich runde und selbst kugelige Flimmerzellen. Bei den mit den Charakteren älterer Zellbildung versehenen Zellen liegen wahrscheinlich immer unter der Flimmerzelle noch eine oder mehrere, in ihrer Ausbildung weniger vorgeschrittene Zellenschichten. Die genauere Beschreibung dieses Flimmerepitheliums gibt Valentin in Wagners *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. I, S. 497.

Die Flimmerhaare stehen bei den nicht zylindrischen Flimmerzellen auf der freien Oberfläche der Zelle zerstreut, während die verdeckte Oberfläche derselben entbehrt. Bei den Flimmerzylindern stehen sie rings um die Peripherie der oberen Fläche, nicht aber auf der oberen freien Fläche der Oberwand des Zylinders selbst.

Die Zahl der Flimmerhaare, welche ringsherum auf einem

Flimmerzylinder stehen, ist verschieden. Bisweilen erscheinen bei einer Seitenansicht nur 3—6; Valentin nahm jedoch an einzelnen Zylindern der Schleimhaut vom Froschmunde um die ganze Peripherie derselben 17—21, und bei der Schleimhaut der Luftröhre vom Kaninchen sogar einige dreissig wahr. Der mittlere Durchmesser eines Zylinders beim Kaninchen lässt sich auf 0,0006″ angeben, es kommen daher 20,000 Zylinder auf die Quadratlinie und im Mittel circa 400,000 Flimmerwimpern.

Die Flimmerhaare sind meist an der Basis breit und werden gegen die Spitze hin schmäler. Sie senken sich in die Zylinder tief ein, und an einigen am Anfange des Katarrhs mit dem Nasenschleime ausgeführten Flimmerzellen ersahen Valentin und Buhlmann nicht nur die Basaltheile der meist sparsamen Flimmerhaare in die Flimmerzelle hineinragen, es stellten sich auch an dem untern Ende Knöpfchen dar, welche an die Haarzwiebel etc. erinnerten. Ebenso fand es Ehrenberg bei Infusorien, und jedes Härchen beschrieb bei der Bewegung einen Kegel, dessen Spitze die Zwiebel war.

Was die Länge und Breite der Härchen betrifft, so variiren diese nach den Stellen ihres Vorkommens. J. Müller gibt ihre Länge im Durchschnitt auf 0,000075—0,000908 par. Zoll an.

Die Härchen stehen in deutlichen Reihen, die gewöhnlich eine Längsrichtung, oft aber auch eine Querrichtung haben. Die Stellung wird zugleich durch die wechselseitige Stellung der Flimmerzylinder bestimmt, und wo die Flimmermembran uneben ist, lassen auch die Wimperhärchen Bogenlinien erkennen.

Die Kenntniss der Entwicklung der Flimmerzellen und Flimmerhaare ist sehr unvollkommen. Kölliker will bei Flimmerhaaren eine Spaltung durch Längentheilung beobachtet haben, zu welcher Ansicht auch Valentin sich neigt. Nach Barry bestehen die Flimmerhaare aus Schraubengefässen.

Es sind die Wimperorgane vielfachen zeitlichen Störungen und Veränderungen unterworfen, die jedoch noch wenig bekannt sind. Chemische Einwirkungen und krankhafte Zustände wirken leicht zerstörend auf dieselben ein. So werden an den weiblichen Genitalien durch die Ausscheidung der Menstruation und der Lochien die Flimmerhaare oder die Flimmerzylinder selbst zerstört; bei Katarrhen erscheinen zuerst die

Flimmerzellen verändert und fehlen später gänzlich. Die Flimmerhaare selbst bilden den empfindlichsten Theil, und werden durch kaltes Wasser, Alkohol, Aether, Säuren etc. sehr leicht zerstört; sie können durch Flüssigkeiten schon mechanisch abgestreift werden.

Aus den zahlreichen Untersuchungen über das Vorkommen der Flimmerbewegung je nach den verschiedenen Thieren und Organen, theilen wir hier die von Valentin nach den Organen geordnete Tabelle mit.

1) Ependyma des zentralen Nervensystems. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische.
2) Plexus choroidei. Wahrscheinlich Mensch. Säugethiere. (Vögel.) Reptilien. Fische.
3) Oberfläche der Höhlung der Geruchsnerven. Mensch. Säugethiere.
4) Thränensack und Thränengang. Mensch. Säugethiere.
5) Gehörhöhle. Cyclas. Anodonta. Unio (?).
6) Schleimhaut der Nasenhöhle. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische.
7) Innenfläche des Trommelfelles. Batrachier.
8) Schleimhaut der Eustachi'schen Trompete. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien.
9) Schleimhaut der Kiefer- und Stirnhöhlen. Mensch. Säugethiere.
10) Schleimhaut des gesammten Darms oder von Theilen desselben. Branchiostoma lubricum. Aphrodite aculeata. Lumbricus terrestris. Nais diaphana. Schnecken. Muscheln. Ascidien. Echinodermen. Actinien und einzelne andere Polypen und einzelne Infusorien.
11) Gesammter Bauchraum oder Theile desselben. Aphrodite aculeata und einzelne Polypen.
12) Aussenfläche des Darms. Aphrodite aculeata. Einzelne Polypen.
13) Bauchfell. Geschwänzte Batrachier. Weibliche Rochen. Weibliche Salmonen ohne Eileiter. Echinodermen. Akalephen und einzelne Polypen.
14) Schleimhaut der Mundhöhle, des Schlundes und der Speiseröhre. Reptilien.
15) Schleimhaut der Kloake. Batrachier.
16) Innere Oberfläche der Gallengänge und Aequivalente der-

selben. Aphrodite aculeata. Arenicola piscatorum. Schnecken und vielleicht Muscheln.

17) Herzbeutel. Batrachier.

18) Gefässe. Diplozoon. Medusen? Polypen?

19) Oberfläche der Kiemen. Perennibranchiaten. Branchiostoma. Embryonen der Batrachier. Serpula. Amphitrite alveolata. Sabella. Ascidien. Salpen. Echinodermen. Mit diesen versehene Schnecken und Muscheln. Einzelne Polypen. Infusorien.

20) Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Lungen. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien.

21) Innenfläche des Harnrezipienten. Einzelne Schnecken. Muscheln?

22) Innenfläche des Samenleiters. Schnecken.

23) Innenfläche der Zellen und Gänge des Eierstockes. Batrachier. Fische. Muscheln. Echinodermen? Akalephen? u. a.

24) Innenfläche der Eiröhren. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische. Schnecken. Muscheln? und andere niedere Thiere.

25) Innenfläche der Gebärmutter. Mensch. Säugethiere und damit oder mit deren Aequivalenten versehene Wirbelthiere.

26) Aeussere Haut. Embryonen der Batrachier. Schnecken. Muscheln. Echinodermen. Einzelne Entozoen. Planarien. Akalephen. Polypen. Infusorien.

27) Besondere Organe und Theile. Kammförmige Gefässe von Arenicola piscatorum. Schleifenförmige Organe des Regenwurms, von Naïs. Vordere und hintere Flimmerröhren von Branchiobdella. Niere oder Lunge oder Geschlechtsorgane der Muscheln. Höhlen neben dem Schlundkopfe von Distomum globiporum und nodulosum. Randkörper der Medusen. Flimmerröhren der Rotiferen etc.

28) Rotation der Eier und Embryonen. Säugethiere. Batrachier. Knochenfische. Mollusken. Echinodermen. Entozoen. Medusen. Polypen. Infusorien.

Aus dieser Uebersicht, die durch weitere Beobachtungen leicht vermehrt werden kann, ergibt sich die grosse Ausdehnung der Wimperbewegung auf alle Thierklassen, von denen nur die Krustazeen, Insekten, Arachniden und Zephalopoden eine Ausnahme zu machen scheinen.

Die Bewegung der Wimperhaare zeigt sich der Art nach verschieden, und stellt Valentin hiernach vier Typen auf: 1) die hakenförmige Bewegung, motus uncinatus, bei welcher jedes einzelne Haar, gleich einem Finger, sich abwechselnd beugt und senkt; längere Haare lassen hier wie die Finger mit drei Phalangen eine doppelte Biegung erkennen. 2) Die trichterförmige Bewegung, motus infundibuliformis, bei welcher sich das Haar um seine Basis dreht und einen Kegel beschreibt. 3) Die schwankende Bewegung, motus vacillans, bei welcher das Haar mehr punktartig von einer Seite zur andern schwankt. 4) Die wellenförmige Bewegung, motus undulatus, bei welcher sich das Haar ungefähr wie ein im Wasser schwimmender Vibrio schlängelt.

Durch diese verschiedenen Bewegungsarten und die Stellungen, welche die Flimmerhaare gegeneinander und auf der Fläche einnehmen, entstehen verschiedenartige Bewegungen in dem ganzen Phänomen, die Valentin umständlicher schildert. 1) Die in einer Linie stehenden Flimmerhaare, welche sämmtlich hakenförmig schwingen, machen ihre Flexionen und Extensionen zu gleicher Zeit und in gleicher Höhe, so dass ein vollkommen gleiches lineares Heben und Senken entsteht. Bei ebenen Flimmerhäuten ist der Rand der Flimmererscheinung mehr gerade, bei hügeligen mehr wellenförmig. 2) Bei flächenartiger Ausbreitung des Flimmerepitheliums, Anwesenheit von Colliculis und besonders nicht zu langen und feinen Haaren, sieht man ein Rieseln von regulär sich verbreitenden Flimmerströmen, gleich den Wellen eines Kornfeldes. 3) Sind die Härchen länger und feiner, so bleibt zwar nahe an der Substanz des flimmernden Theiles ein dahinrieselnder, flimmernder Lichtstrom, über diesen hinaus zeigen sich aber noch helle, fortwährend agitirende Streifchen, die hinausragenden, thätigen, freien Hälften der Haare. 4) Bei der trichterförmigen Bewegung erhält das Rieseln eine Beimischung von Zittern. 5) Durch ungleichartige Thätigkeit benachbarter Haarpartien entsteht eine Kombination ungleichartiger Bewegungen. 6) Stehen die Haare zirkulär und schwingen sie sowohl der Zeit als dem Raume nach regulär sukzessiv, so zeigt sich das optische Phänomen eines drehenden Rades, wie bei dem Räderorgan der Räderthiere, den fingerförmigen Figuren in der Rachenhöhle von Branchiostoma und dergleichen.

Beobachtet man die Flimmerbewegung an einem natürlichen oder durch künstliche Umschlagung gebildeten Rande, so erkennt man längs des Randes und vor den pallisadenartig stehenden Zylindern einen wallenden flimmernden Streif, crepido vibratoria, der nicht allein aus der Bewegung der Härchen, sondern auch der umgebenden Media hervorgeht, daher etwas Komplizirtes darstellt. Valentin und Purkinje bestimmen seine Höhe von 0,00012 bis 0,0006 Par. Zoll.

In dem von der Flimmerhaut abgekratzten Schleime erkennt man oft die verschiedenartigsten Bewegungen. Einzelne Haare ruhen schon, oder sind selbst theilweise abgefallen, andere besitzen noch vollständige thätige Bewegungen und sind in normale Reihen gruppirt. Manche ruhende Haare sind gedehnt, andere gebeugt. Jedes einzelne Haar zeigt sich von dem andern vollkommen unabhängig, daher entstehen die verschiedenartigsten Gruppen. Bei vollständig lebhafter Bewegung beugen und strecken sich die fortlaufenden Haarreihen in der Regel gleichzeitig; wird die Bewegung langsamer, so hört auch oft jene Gleichzeitigkeit in der Bewegung der einzelnen Haare auf. Haare, die sich von ihrem Flimmerepithelium losgetrennt haben, zeigen keine Bewegung mehr.

Was die Richtung der Flimmerbewegung betrifft, so erkennt man an dem umgeschlagenen Rande einer Flimmerhaut, wenn man von den untergeordneten Verschiedenheiten, die durch die eben angegebenen Verhältnisse bedingt werden, absieht, eine beständige Hauptrichtung. Von der Vogelperspektive aus glaubt man oft verschiedene Richtungen zu finden. Man muss ferner in Betracht ziehen, dass das Mikroskop die Bilder umkehrt. Durch leicht kenntliche Festgebilde in dem Wasser, das die Flimmerhaut umgibt, wie Blut- und Lymphkörperchen, Pigmentmolekule, aufgestreutes Pulver, kann man die Untersuchung über den Einfluss der Wimperbewegung auf die Forttreibung der an den Schleimhäuten haftenden Körper erleichtern.

Bei der Beobachtung über die Schnelligkeitsverhältnisse der Flimmerbewegungen hat man die Schnelligkeit der Bewegung der Flimmerhaare von der Schnelligkeit der Massen, die von der Flimmerhaut fortgetrieben werden, zu trennen. Zur Bestimmung der ersteren muss man die Zahl der Biegungen

und Streckungen, die eine Reihe von Flimmerhaaren in der Minute macht, und zwar am besten im Zustande der grössten Thätigkeit, bestimmen. Verschiedenheiten werden hier zugleich durch die Dichtigkeit des Mittels bedingt, in dem die Flimmerhärchen sich befinden. Nach Krause schwingen die Härchen 190 bis 320 Mal in der Minute; Valentin fand die Bewegung an den Kiemen der Muscheln, der Mundhaut und den Lungen der Frösche langsamer, von $1/_2$ bis $4/_5$ Sekunde.

Schwerer bestimmbar ist die Schnelligkeit, mit der die Massen bewegt werden. Valentin nimmt $1/_8$ Millimeter in der Sekunde als Mittel an. Die Kraft der Bewegung lässt sich zwar nicht bestimmen, sie ist jedoch wahrscheinlich verhältnissmässig sehr bedeutend, was aus der Bewegung der zwischen den Glasplatten eingelegten Schleimhaut unter dem Mikroskope hervorgeht.

Was die Abhängigkeit der Flimmerbewegung von äusseren Einflüssen betrifft, so muss man annehmen, dass nur solche Einwirkungen, welche den Bau der Härchen durchgreifend verletzen, dieselbe aufheben. Die Flimmerbewegungen dauern an losgeschnittenen Flimmerhäutchen und selbst an getrennten Flimmerzellen fort. Aufhebung des Luftdruckes unter der Luftpumpe, wenn nur das Epithelium nicht vertrocknet, hat keinen Einfluss, ebenso die Veränderung des Lichtes, auch der Galvanismus wirkt nur insofern ein, als er chemisch die Materie verändert. Eine hohe Temperatur hebt die Bewegung auf, weil die Epithelialzellen vertrocknen oder selbst verkohlen; hier hängt der Einfluss zugleich von der Zeit ab. Valentin und Purkinje fanden bei Wasser von 81° C. nur dann eine aufhebende Wirkung, wenn die Flimmerhäute in demselben längere Zeit verweilten. Gegen die Wirkung der Kälte zeigten sich die Flimmerhäute der Säugethiere im Allgemeinen empfindlicher, als die der Frösche. Die Untersuchungen über den Einfluss der chemischen Mittel lehren im Allgemeinen, dass diese nur dann einwirken, wenn sie die Härchen zerstören. Von den thierischen Flüssigkeiten kann der Speichel und nicht selten auch der Harn ohne Nachtheil mit Flimmerhäuten in Berührung kommen; Galle hingegen hemmt bei den höheren warmblütigen Thieren die Bewegung, während Blut sie längere Zeit erhält.

An bestimmten Theilen zeigt sich die Flimmerbewegung von dem Lebensabschnitte oder sonstigen Vorgängen abhängig. In Neugebornen und bei jungen Thieren zeigt sich die Flimmerbewegung an den weiblichen Geschlechtstheilen noch nicht; ebenso fehlt sie zur Zeit der Regeln in der Gebärmutter, und während der Schwangerschaft an allen Stellen, an denen das Ei anhaftet. Erst nach dem Wochenbette erscheint sie wieder. Krankheitsprozesse zerstören die Flimmerbewegung nicht selten, doch fehlen hierüber umfassende Beobachtungen. Die Bildung von Flimmerepithelium durch krankhafte Ablagerung ist noch nicht beobachtet.

Durch die Wimperbewegung können die mit der Flimmerhaut in Berührung stehenden Körper, oder der Theil, an welchem die Flimmerhaut sich befindet, wenn er nicht befestigt ist, fortbewegt werden; zu dieser letzteren Bewegung gehört die Rotation der Eier, und die Ortsbewegung vieler Aufgussthierchen und junger Embryonen der wirbellosen Geschöpfe. Es muss indessen mehr als zweifelhaft erscheinen, ob hierin die Bestimmung der Flimmerbewegung zu suchen sei, und machen wir nur auf die umgekehrte Richtung der Flimmerbewegung in den weiblichen Geschlechtstheilen zu der Bewegung des Sperma aufmerksam. Ob durch dieselbe eine Molekularbewegung unterhalten werde, muss eine nicht aufzuklärende Annahme bleiben.

Ebenso wie sich die Flimmerbewegung von äusseren Einflüssen unabhängig zeigt, ebenso wenig steht sie mit dem Blut- oder Nervensystem in irgend einer direkten Beziehung. Aufhebung des Blut- und Nervenanflusses, oder Vermehrung desselben, haben keinen unmittelbaren Einfluss, und wir sehen die Flimmerbewegung nach der Ablösung der Schleimhäute oder nach dem Tode noch Tage lang fortdauern. Der Grund der Bewegung kann daher nur in den Härchen in der Epithelialzelle liegen, und auch hierbei ist die Bewegung auf die einzelnen Flimmerzylinder lokalisirt. Durch welchen Mechanismus sie aber hier zu Stande kommt, ist gänzlich unbekannt. J. Müller will zwar ein dem Muskelgewebe ähnliches kontraktiles Gewebe in den Härchen annehmen, indessen fehlen hier zu irgend welcher Annahme jede Anhaltspunkte.

Von der Zellenbewegung.

Abwechselnde Bewegungen einzelner Zellen sind in den entwickelten Geweben des Menschen und der Wirbelthiere nicht beobachtet worden. Bei den Eizellen der Planarien entdeckte Siebold eine eigenthümliche Bewegung (*Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1841, S. 83—86). Nach Kölliker erscheinen diese kontraktilen Gebilde erst mit der Embryonalentwicklung, und fand sich die Bewegung nicht stets vorhanden. Die Bewegung geht von einer durchsichtigen Zellhaut aus, durch welche der feinkörnige Inhalt hin- und hergeschoben wird, und stellt eine von dem einen Ende zum anderen vorschreitende Verengerung dar. Diese Bewegung dauert ungefähr eine Minute, und wiederholt sich nach 12 bis 20 Sekunden, mitunter wiederholt sie sich unmittelbar. (Erichsohns *Archiv für Naturgeschichte*, *Berlin* 1846, Bd. 12, S. 291—295.)

Von der Bewegung der Samenfäden.

Was die Bewegungen der Samenfäden betrifft, so haben wir schon Einiges hierüber in dem Artikel Samen, S. 35, angegeben. Man hat deren Formen, die Geschwindigkeitsverhältnisse und Abhängigkeit von den äussern Einflüssen zu bestimmen versucht, indessen sind diese Untersuchungen mit so vielen Schwierigkeiten verbunden, dass sichere Resultate nicht erzielt sind. Wir verweisen auf J. Henle *Allgemeine Anatomie, Leipzig* 1841, S. 954; J. C. A. Kramer, *Observationes microscopicae et experimenta de motu spermatozoorum, Gött.* 1842, und A. Donné, *Cours de Microscopie complémentaire des études méd., Paris* 1844, S. 291—296.

Bewegung durch Kontraktion unabhängig vom Nervensysteme.

Zu den Bewegungen durch Kontraktion von Fasern bedingt, ohne direkte Abhängigkeit vom Nervensystem, gehört die Kontraktilität der leimgebenden thierischen Gewebe und die Arterien.

a) Von der Kontraktilität der leimgebenden thierischen Gewebe.

Die Kontraktilität, welche die Tunica dartos zeigt, wurde der muskulösen Struktur derselben zugeschrieben. Jordan zeigte jedoch, dass zwischen Muskelgewebe und Tunica dartos eine gänzliche Verschiedenheit der Elementartheile, der chemischen Beschaffenheit und der funktionellen Erscheinungen vorhanden sei, dass hingegen die Tunica dartos mit dem Zellgewebe in der Beschaffenheit und Dicke der Primitivfasern, in der chemischen Zusammensetzung, in den Lebenserscheinungen und in krankhaften Veränderungen vollkommen übereinstimme, und nur in der Aggregation der Primitivfasern und in der innigen Verbindung mit der Haut eine Verschiedenheit liege. Indessen ist diese Verschiedenheit, in Verbindung mit dem Unterschiede der Farbe, indem die Fasern der Tunica dartos grauröthlich, die des Zellgewebes grauweisslich erscheinen, doch hinreichend, um die Annahme der Identität der Tunica dartos mit dem Zellgewebe zweifelhaft zu machen. J. Müller bezeichnet deswegen die hierher gehörenden Gewebe ihrer chemischen Eigenschaft nach als leimgebende kontraktile Gewebe der Thiere, unter denen die Tunica dartos die grösste Kontraktilität zeigt. In neuester Zeit hat Arnold sich gegen die Existenz glatter Muskelfasern in der Tunica dartos ausgesprochen. Die Struktur derselben ist nach Jordan (Müllers *Archiv für Physiologie*, 1834) folgende. An der Stelle, wo die Falten am Hodensacke ihren Anfang nehmen, verändert sich das Unterhautzellgewebe und statt der Fettzellen erscheint ein röthliches fasriges Gewebe. Die Fasern sind dehnbar, elastisch, und zu dünneren und diese zu dickeren Bündeln vereinigt, welche sämmtlich ihre Richtung von oben nach unten nehmen, also rechtwinklig gegen die Falten der äussern Haut gestellt sind, mit der sie innig zusammenhängen. Die Bündel anastomosiren vielfach. An der anderen Seite des Hodensacks ist das Gewebe am deutlichsten, und schon bei kleinen Kindern und Neugebornen wahrnehmbar. Unter dem Mikroskop zeigten sich diese Primitivfasern als ihrer ganzen Länge nach gleich dicke, geschlängelte, durchsichtige Zylinder von im Mittel 0,0007 einer englischen Linie im Durchmesser.

Die Kontraktion dieser Haut wird vorzüglich durch Kälte

erzeugt, während die Wärme sie erschlafft. Galvanismus wirkt nicht auf sie ein; wohl aber rufen zuweilen innere Zustände des Nervensystems Kontraktionen der Tunica dartos hervor, die sich in Faltung des Hodensacks ausspricht.

Als Spuren der Kontraktilitat des wahren Zellgewebes in anderen Theilen führt J. Müller die Zusammenziehung an dem Unterhautzellgewebe zwischen den Platten der Vorhaut, welche sich bei einzelnen Menschen beim Baden in kaltem Wasser oft ganz enge zu festen Runzeln zusammenzieht, an; ferner das Phänomen der Gänsehaut, wobei wahrscheinlich das Zellgewebe, welches die Hauptbälge umgibt, sich zusammenzieht; und das plötzliche Erheben der Brustwarze. J. Müller weist hier die Annahme eines erektilen Gewebes der Brustwarze zurück; denn es fehlt hier das spongiöse Gewebe der Corpora cavernosa penis, und die Erhebung ist mit keiner grösseren Völle der Brustwarze verbunden, indem die Brustwarze an Breite verliert, was sie an Länge gewinnt. J. Müller nimmt daher auch eine Zusammenziehung des Unterhautzellgewebes um die Brustwarze an.

b) Von der Elastizität und Kontraktilität der Arterien.

Die Nachgiebigkeit und Zusammenziehung der Arterienhäute soll nach J. Müller nicht von Muskularthätigkeit abhängig sein, was sowohl durch die Untersuchung des Gewebes derselben, als durch die Versuche mit dem Galvanismus dargethan wird. Die Arterienwandungen enthalten nach ihm keine Muskelfasern, gehören vielmehr zur Kategorie der elastischen gelben Bänder. Durch Elektrizität werden die Arterienwandungen nicht bestimmt kontrahirt, wohl aber wie die Tunica dartos durch die Kälte. Andererseits erhält sich die Elastizität der mittleren Arterienhaut in Weingeist Jahre lang. Die Kontraktion durch Kälte bei den kleinen Arterien, welche sich am Mesenterium der Feuerkröte am besten beobachten lässt, ist von Schwann, s. Müllers *Physiologie,* Bd. II, S. 24, genauer angegeben worden. C. R. Walther stellte die hierher gehörenden Untersuchungen zusammen, und theilt eigne mit, nach denen er das Gewebe der Arterienhaut ein muskulöses zu nennen sich nicht getraut (*Nonnulla de musculis laevibus. Diss. inaug. phys. chem., Lips.* 1851). Nach Valentin bestehen sie

aus einem Gemisch von kontraktilen und elastischen Geweben, von denen das erstere mehr nach innen, das letztere mehr nach aussen vorherrscht; da nun diese äusseren in den Kapillargefässen schwächer sind, so tritt hier die Kontraktilität stärker hervor.

Kölliker nimmt jedoch in den Gefässen glatte mit den einfachen Muskelfasern ihrer Form nach übereinstimmende Gebilde an und stellt das Vorhandensein eines besondern kontraktilen Bindegewebes in Abrede. Crisp, welcher 3 erfahrne Mikroskopiker zu Untersuchungen veranlasste, erhielt von zweien das Resultat, dass die Arterienwände muskulös seien, von einem, dass sie es nicht seien. Die Untersuchungen mit dem Galvanismus haben nach den Gebrüdern Weber ergeben, dass eine nicht momentan, aber langsam eintretende Kontraktion hervorgebracht wird. Man muss also veranlasst werden, jene bestimmte Trennung der Kontraktion der Arterien von der Muskelkontraktion aufzugeben.

Von der Muskelbewegung.

Die grössere Zahl der Bewegungen des Körpers werden durch Muskeln bedingt, deren anatomische Beschaffenheit, chemische Zusammensetzung, verschiedene Wirkungsarten und Abhängigkeit von inneren und äusseren Einflüssen etc. zu allen Zeiten ein wichtiges und viel bearbeitetes Feld der Physiologie abgaben. In neuester Zeit hat vorzüglich E. Weber die Lehre von der Muskelbewegung wesentlich umgestaltet, und da es nicht in dem Zwecke unserer Arbeit liegt, die Entwicklung der Lehre von der Muskelbewegung oder die verschiedenen Kontroversen in derselben darzulegen, so werden wir den Weberschen Ansichten hauptsächlich folgen.

Eintheilung der Muskeln.

Die Muskeln wurden bisher vornämlich in zwei Klassen getheilt, in solche, deren Bewegungen dem Willen des Menschen unterworfen sind, willkürlich thätige Muskeln, und in solche, deren Thätigkeit von dem Willen unabhängig ist, unwillkürlich thätige Muskeln. Diese Eintheilung lässt jedoch in vielen Fällen die Natur der Muskeln zweifelhaft, indem wir z. B. nicht

mit Bestimmtheit unterscheiden können, ob wir die Kremasteren, die Muskeln der Gehörknöchelchen, der Iris, des Rachens und der Speiseröhre willkürlich in Bewegung oder in Ruhe versetzen können. Ebenso sind die anatomischen und chemischen Merkmale, welche man als charakteristisch für beide Muskelarten aufgestellt hat, unzuverlässig. E. Weber hat es daher vorgezogen, die Muskeln nach der Verschiedenheit ihrer Bewegungsweise in animalische und organische Muskeln einzutheilen. Die animalischen Muskeln charakterisiren sich dadurch, dass sie, wenn sie gereizt werden, sich augenblicklich zusammenziehen, aber auch ebenso schnell wieder nachlassen, sobald die Reizung aufhört; die organischen Muskeln gerathen nicht im Momente einer schnell vorübergehenden Reizung, sondern erst einige Zeit darauf in Zusammenziehung, wobei deren Bündel sukzessiv in einer gewissen Ordnung und Aufeinanderfolge sich bewegen.

Alle willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere sollen ausschliesslich den animalischen Muskeln angehören, die unwillkürlichen können aber sowohl der animalischen als organischen Muskelfaser angehören.

Dieser physiologischen Verschiedenheit in der Wirkungsart der Muskeln entsprechend zeigte sich auch der anatomische Bau verschieden. Die animalischen Muskeln haben dickere und nicht in Aeste getheilte Elementarbündel, die organischen dünnere, in Aeste getheilte und netzförmig untereinander verwachsene Bündel. Bei den Wirbelthieren sind ferner die Elementarbündel aller animalischen Muskeln mit einer quergestreiften Hülle umgeben, und alle organischen Muskeln mit alleiniger Ausnahme des Herzens sind ungestreift. Wo in einem Organe bei verschiedenen Wirbelthieren bald gestreifte, bald ungestreifte Muskelbündel sich zeigen, da besitzen auch diese Organe ganz dem entsprechend bald animalische, bald organische Bewegungen. Die Speiseröhre der Vögel und Fische hat sogar beide Arten der Muskelfasern und zeigt dem entsprechend auch beide Bewegungsarten.

Die Querstreifung steht jedoch in keinem nothwendigen Zusammenhange mit den animalischen Bewegungsarten, wie dieses ausser dem Herzen auch der Darmkanal der Insekten und Krustazeen zeigt, welcher quergestreift ist, dennoch aber organische Bewegung besitzt. Die Querstreifung der Muskel-

faser soll nach Weber mehr in direktem Zusammenhange mit der Geschwindigkeit und Grösse der Verkürzung stehen.

Von der Erregung der Muskelthätigkeit.

Der Wille setzt den animalischen Muskel vermittelst der Nerven in Bewegung, und zwar von den Zentraltheilen des Nervensystems aus. Durchschneidet man den zu dem Muskel gehenden Nerven, so hört der Einfluss des Willens auf denselben auf, obgleich er noch gegen Reizung, Quetschung etc. des mit ihm in Verbindung stehenden Nervenstückes reagirt. Die Versuche von Legallois haben dargethan, dass diese Wirkung des Willens wesentlich vom Gehirn ausgehe. Trägt man nämlich das Rückenmark von unten nach oben ab, so werden nur die Theile unterhalb der Trennung gelähmt. Trägt man aber das Gehirn von oben nach unten ab, so hören auch, wenn man die Theile, wo die motorischen Nerven entspringen, unverletzt lässt, alle willkürlichen Bewegungen auf, obgleich das Leben fortdauern kann. Hiervon machen nur gewisse rhythmische Bewegungen eine Ausnahme, so hängen die Bewegungen der Athemmuskel von der Medulla oblongata wesentlich ab, und nach Volkmann die Bewegungen der vorderen Lymphherzen der Frösche von dem in der Gegend des dritten Wirbels gelegenen Theile des Rückenmarks, und die der hinteren Lymphherzen von dem in der Gegend des achten Wirbels gelegenen Theile des Rückenmarks.

Die Bewegungen der willkürlichen animalischen Muskeln durch äussere Reize werden unbestritten erzeugt, wenn man diese auf die zu den Muskeln gehenden Nerven einwirken lässt. Dahingegen ist es streitig, ob Reizung der Muskelsubstanz selbst die Thätigkeit des Muskels anregen könne. Die Gegner dieser Annahme behaupten, dass hierbei stets zunächst die Nerven in der Muskelsubstanz gereizt werden. E. Weber ist entschieden der Ansicht, dass die Reizung immer auf die Nerven einwirke, in neueren Zeiten haben sich jedoch vielfache Stimmen hiergegen erhoben. Harless nimmt eine von der Nerventhätigkeit unabhängige Muskelreizbarkeit an, und hebt zum Beweise dessen hervor, dass die Regenbogenhaut der Leichen durch örtliche Lichtwirkung lange nach dem Tode, wenn die Nerventhätigkeit der Zentralorgane längst abgestor-

ben ist, zu Kontraktilitätserscheinungen gezwungen werde. Einen zweiten Beweis sieht er in der Aetherwirkung. Die Betäubung hierbei liefert ein Stadium, in welchem die elektrische Erregung der Nerven keine Wirkung hervorruft, während die unmittelbar angesprochenen Muskeln lebhaft zucken. Weitere Versuche stellte M. Schiff (*Frorieps Tagesber.*, 1851, 300) an, und nahm ebenfalls eine neuromuskulare und idiomuskulare Zusammenziehung der quergestreiften Muskeln an.

Zu den Reizen, welche die Muskelkontraktionen hervorrufen, gehören Quetschungen des blossgelegten Muskels durch Kneipen oder durch Stösse, mag hierbei die Muskelmasse oder der Muskelnerv in beliebiger Entfernung getroffen werden. So lange ein Muskel von der Haut bedeckt ist, kann der Stoss sehr beträchtlich sein, ohne eine Kontraktion zu veranlassen; ebenso wirkt eine sehr allmälige Quetschung der Nerven, aber ebenso auch die sehr plötzliche fast gar nicht ein. Ein Stich in den Nerven bewirkt Zusammenziehung, während, wenn die Muskeln gestochen werden, die Kontraktion, zu der bisweilen die leiseste Berührung hinreicht, nicht leicht erfolgt. Durchschneidet man den Nerven mit der Scheere, so erfolgt Kontraktion; mit einem sehr scharfen Messer gelingt es oft, den Nerven so zu durchschneiden, dass keine Kontraktion eintritt.

Schiff beobachtete, dass wenn man den Muskel eines Säugethieres, wenn Nerven und Muskelmasse keine Reize mehr beantworten, blosslegt, und über die letztere quer mit dem Messerrücken fährt, sich die berührte Stelle zu einem Wulste erhebt. Wurde die Reizung schnell vollführt, so verstärkt sich die wulstige Erhebung nach dem Aufhören des Reizes. Sie bleibt sich später einige Zeit gleich und verschwindet zuletzt nach und nach. Die Form des Wulstes richtet sich nach der Form der Reizung. Mechanische Erregungen wirken hier nachdrücklicher als galvanische.

Die schon von J. Ph. Kay angegebene Thatsache, dass Muskeln, die ihre Reizbarkeit eingebüsst, diese durch Einspritzung von Arterien- oder Venenblut wieder gewinnen, wurde von Brown Séguard (*Gaz. méd. de Paris,* 1851, No. 27) weiter verfolgt, und derselbe machte theils Einspritzungen, theils Unterbindungen der Gefässe und fand, dass der eingetretene Rigor nach Einspritzungen von Blut verschwindet und die

Empfänglichkeit der Bewegungsnerven zurückkehrt. Gleiche Versuche stellte Stannius in Rostok an und fand, dass der unterbrochene Verkehr der Nerven mit dem Blute zur Thätigkeit der Muskeln nothwendiger sei, als ihr ununterbrochener Verkehr mit dem Gehirne und Rückenmark. Andererseits entstehen auch bei Thieren, die sich verbluten, allgemeine Krämpfe, und spritzt man Wasser in die Adern eines Kaninchens oder eines anderen lebenden Säugethieres, so entsteht ein allgemeines Zittern der Muskelbündel des ganzen Körpers, nach E. Weber, weil das durch die Haargefässe der Muskeln ausschwitzende Wasser mit den Bündeln derselben in Berührung kommt.

Kochsalz, Eis, heisse Körper, Säuren, Alkalien bewirken ebenfalls, wenn sie mit den Muskeln oder den Nerven in Berührung kommen, Kontraktionen; indessen muss man hierbei wohl unterscheiden, ob diese durch lebendige Thätigkeit oder durch chemische Veränderungen erzeugt sind. Hierher gehören die Untersuchungen von Pickford, Eckhard, Stannius etc.

Pickford (Henle's und Pfeiffers *Zeitschr.*, *N. Folge*, Bd. II, S. 335) stellte Untersuchungen über die Wirkung der Wärme und Kälte an. Legte er das ausgeschnittene und noch klopfende Froschherz in Wasser von 16—20°, oder in Luft von 27—36°, so stieg die Zahl der Schläge. Es stand bei höherer Erwärmung still, konnte sich jedoch später wieder erholen. Kälte dagegen verminderte die Menge der Pulsationen und hob sie zuletzt gänzlich auf. Pickford nimmt daher an, dass die Wärme die Erregbarkeit des Herzens bis zur Erschöpfung steigert, die Kälte dagegen sie bis zu dem Verluste aller Kraft herabsetzt.

Taucht man einen enthaupteten Frosch in Wasser von 20—30°, so erhöht sich die Empfänglichkeit für Reflexbewegungen. Der längere Aufenthalt im Wasser von beinahe 0° vermindert dieselbe. Die motorischen und die sensiblen Nervenstämme sind gegen mässige Kälte- und Wärmegrade weniger empfindlich als die sensiblen Nervenenden. Die Muskelmasse selbst wird durch warmes Wasser eher erregbarer.

Lässt man einen enthaupteten Frosch bis auf die Wundstelle in Wasser von 25 oder 30° hängen, so tritt Starre und veränderte Empfänglichkeit gegen galvanische Erregungen ein. Eine merkliche Erholung kann aber eine Stunde später von

Neuem durchgegriffen haben. Hat der motorische Nerv eine Minute lang in einer Wärme von 40 bis 50° R. verweilt, so können seine Kräfte später wiederkehren. Es hängt das vollkommne Absterben nicht blos von der Höhe der Temperatur, sondern auch von der Zeit des Aufenthaltes ab. Aus einer grossen Reihe von Beobachtungen über die Temperaturgrade, bei welchen die Nerven und die Muskeln ihre Erregbarkeit für immer oder vorübergehend verlieren, entnimmt Pickford folgende Resultate. Mässige Wärme vermehrt die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln, während mässige Kälte dieselbe herabsetzt. Die Empfänglichkeit der Enden der sensiblen Nerven und der Muskeln steigt durch die Wärme auffallender, als die der entsprechenden Nervenstämme. Je länger hohe Wärme- oder Kältegrade einwirken, um so leichter geht die Thätigkeit für immer oder für eine gewisse Zeit verloren. Beide können als Reizmittel wirken. Die Erregung durch Kälte ist aber konstanter als die durch Wärme. Der Erregungseffekt hängt nicht von der Intensität der Temperatur, sondern von der Temperaturdifferenz und der Schnelligkeit der Ausgleichung derselben ab. Die sensiblen Nerven, vorzüglich die peripherischen Enden derselben, sind dabei empfänglicher als die motorischen. Das Rückenmark kann leicht durch die Kälte, schwerer dagegen durch die Wärme zur Thätigkeit gezwungen werden. Man vermag den Muskel durch Temperaturdifferenzen direkt zu verändern, nicht aber direkt zu reizen. Der plötzliche Uebergang von Wärme zur Kälte und umgekehrt, führt ebenso gut zu Schliessungs- und Oeffnungszuckungen, wie die Elektrizitätsströme.

C. Eckhard stellte über die chemische Reizung der motorischen Froschnerven Untersuchungen an (Henle's und Pfeiffers *Zeitschr.*, *N. Folge,* Bd. II), und theilt hierbei die Flüssigkeit in zwei Hauptgruppen: 1) solche, durch welche Zuckungen ohne Mitwirkung eines anderen Reizes nicht zu Stande kommen, Wasser, Schwefelkohlenstoff, Lösungen der Metallsalze mit Ausnahme des salpetersauren Silberoxyds, organische Säuren, wie Gerbsäure und die flüchtigen Oele. Sie tödten jedoch den Nerven nach langdauernder Einwirkung. Wasser von 0 bis 16° C. lässt die Empfänglichkeit lange bestehen. Terpentinöl, Wachholderöl und Citronenöl lähmen bei mittlerer Temperatur den dicksten Nerven schon nach 8 bis 10 Minuten.

Aehnlich verhält sich auch der Schwefelkohlenstoff. 2) Verbindungen, die ohne Mitwirkung anderer Reize Zuckungen erregen; hierher gehören die fixen Alkalien, die Mineralsäuren, die Haloid- und neutralen Salze der Alkalien und Erden, Alkohol, Aether, Essigsäure, gesättigte Weinsteinsäure und Zuckerlösung. Wenn man den Nerven eines Froschpräparates in eine Kalilösung taucht, so können zweierlei Arten von Zuckungen vorkommen. Das Eintauchen der Querschnittfläche des Nerven führt in demselben Momente zu einer augenblicklichen Zusammenziehung aller entsprechenden Muskeln. Sobald sich dagegen eine grössere Nervenstrecke in der Flüssigkeit badet, so kommen die Kontraktionen erst nach einiger Zeit zum Vorschein, erstrecken sich nach einander auf eine grössere oder geringere Zahl von Muskelbündeln und halten $1/4$ — $1/2$ Minute an. Der Muskel verharrt hierauf im Ruhezustande. Die Kalilösung muss einen gewissen Konzentrationsgrad besitzen. Eine Lösung, die 0,7 bis 0,5% Kali enthält, führt zu keinen Zuckungen, bei 0,8 bis 1,8% ist der Erfolg unsicher, bei 2% ist der Erfolg stets günstig. Natron verhält sich wie Kali; kaustisches Ammoniak rief keine Zuckungen hervor. Beim Eintauchen der Schnittfläche des Nerven in Säuren kommt die gleichzeitige Zuckung sämmtlicher Muskelbündel sehr selten zum Vorschein. Man erhält bei frisch eingefangenen kräftigen Individuen:

	Keine Erfolge.	Unsichere Erfolge.	Stete Erfolge.
Salpetersäure	10%	11—20%	21% u. m.
Salzsäure	10%	11—19%	20% u. m.
Schwefelsäure	45%	46—60%	61% u. m.

Bei der Schwefelsäure wirkt vielleicht die freiwerdende Wärme. Mit der Phosphorsäure bewirkte Eckhard keine Zuckungen, vielmehr nur mit der Metaphosphorsäure oder mit einem Gemisch dieser und der Phosphorsäure.

Eine Kochsalzlösung bewirkt zuerst ein schwaches Flimmern in wenigen Muskelfasern, welches sich allmälig über den ganzen Muskel, jedoch meist ohne Harmonie der einzelnen Bestandtheile, verbreitet. In günstigen Fällen kann die Bewegung eine Viertelstunde lang anhalten; wird aber der Nerv einige Minuten lang in destillirtes Wasser getaucht, so hört die Thätigkeit des Muskels auf oder vermindert sich wenig-

stens. Wiederholte Berührung des Kochsalzes stellt die Thätigkeit des Muskels wieder her, die von der Einwirkung auf die Nerven abhängt. Die Salzlösung muss mindestens dem Salzgehalt des Blutes ihrer Konzentration nach entsprechen. Man kann durch Kochsalz die negativen, während des Tetanisirens der Nerven auftretenden Strömeschwankungen erzeugen, und auch kennen lernen, welche Nervenfasern oberflächlicher und welche tiefer verlaufen, und über die Verbreitungsweise mehrerer Nerven in einem Muskel Aufschluss erhalten.

Die Zuckungen, die der Weingeist erzeugt, gleichen im Allgemeinen denen, welche die Säuren und die Alkalien bewirken. Sie scheinen nur von etwas längerer Dauer zu sein. Die Flüssigkeit muss mindestens 80 — 90 Volumenprozente Alkohol enthalten. Reiner Aether erzeugt höchstens schwache Zuckungen, deren Bedeutung sogar, der bedeutenden Temperaturerniedrigung wegen, zweifelhaft bleibt. Essigsäure führt nur zu schwachen Erfolgen, selbst bei starker Konzentration. Gesättigte Weinsäure oder Zuckerlösung und Kreosot können Zusammenziehungen hervorrufen.

Alkalien und Säuren tödten den Nerven, wenn sie Zusammenziehungen herbeiführen. Hat man die Querschnittsfläche des Nerven in eine Kalilösung getaucht, so dass eine Konzentration zu Stande kam, so gelingt die Wiederholung des Versuches nicht mehr. Nur rasche Tödtung scheint zu Zuckungen zu führen.

Die chemisch zerstörenden Mittel wirken wahrscheinlich vorzugsweise auf das Eiweiss des Nerveninhaltes. Manche Reagentien, wie Gerbsäure und viele Metallsalze, verbinden sich mit der Nervenscheide und schützen dann gewissermaassen den Nerveninhalt vor anderweitigen Einwirkungen. Die Salzlösung sieht Eckhard als die äussere Flüssigkeit eines Endosmoseapparates an, die Scheidewand bildet die Hülle und die zweite Flüssigkeit den Inhalt der Nervenfasern. Diesen wird Wasser entzogen. Daher auch Zuckungen unter der Luftpumpe in Verbindung mit austrocknenden Mitteln und selbst beim Abtrocknen mit Fliesspapier.

Stannius zeigte durch eine Reihe von Versuchen, die er an Fröschen anstellte, dass eine wässrige Flüssigkeit, die $3\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ % wasserfreier Blausäure und keinen Weingeist enthält, wenn sie vorher einverleibt worden, die Starrkrämpfe

nach Strychninvergiftungen gar nicht, oder nur schwach und vereinzelt hervortreten lässt. Es ergab sich ferner in vergleichenden Beobachtungen, dass die Nerven des Froschfusses in der Blausäure haltigen Flüssigkeit lange verweilen können, ohne dass ihre Bewegbarkeit zu Grunde geht. Die Muskelsubstanz dagegen verliert ihre Empfänglichkeit unter den gleichen Verhältnissen. Liegt sie mehrere Minuten an der Luft, so wird sie wieder thätig und verliert ihre Reizbarkeit bei abermaligem Eintauchen in die Blausäure haltige Flüssigkeit von Neuem. Ebenso verhielt sich der N. phrenicus und das Zwerchfell eines frisch getödteten Kaninchens.

Eine Auflösung von Opiumextrakt tödtete die Nerven, nicht aber die Muskeln; eine konzentrirte Lösung von salpetersaurem Strychnin führte nur zu sehr langsamen und beschränkten Wirkungen auf Nerv und Muskel. Eine möglichst starke Lösung von chlorwasserstoffsaurem Koniin tödtet die eingetauchten äussersten Enden des Nerven nach 24 Minuten. Diese und die in die Flüssigkeit versenkten Muskeln hatten ihre Reizbarkeit nach 26 bis 30 Minuten eingebüsst. Reines Koniin vernichtet die Kräfte von beiden nach wenigen Minuten.

Liess Stannius die Froschmuskeln in Blausäure liegen, so bemerkte er nie Todesstarre an ihnen; eine schwache Spur derselben zeigte sich, wenn er den Muskel zur Zeit herausnahm und an der Luft liegen liess. Hiernach soll das Absterben der Nerven vor dem Muskeltode eine Bedingung des Eintritts des Rigor mortis sein.

Nach Liebig behalten die Muskeln ihre Zuckungsfähigkeit in Sauerstoff viel länger als in der atmosphärischen Luft, dagegen in Wasserstoff und Stickstoff nicht so lange; ebenso in Kohlensäure, in derselben werden sie nach 5—8 Stunden undurchsichtig, weiss und leicht zerreibbar. Während der Dauer der Zuckungsfähigkeit bildet der Muskel Kohlensäure und nimmt Sauerstoff hierzu auf. Von Blut entleerte Muskeln faulten eher als Blut enthaltende, sie zogen ebenfalls Sauerstoff und bildeten Kohlensäure.

Als kräftigster Reiz zur Anregung der Muskelthätigkeit hat sich jedoch die Elektrizität, besonders die des galvanischen Stromes gezeigt, und es war daher die Wirkung derselben vorzüglich der Gegenstand physiologischer Untersuchungen. Man konnte jedoch durch den elektrischen Strom, wenn man

ihn auf den Muskel oder Nerv einwirken liess, nur eine momentan vorübergehende Zusammenziehung, beim Schliessen und beim Wiederöffnen der Kette, hervorbringen. Während des Schlusses der Kette, wo der Strom durch den Muskel oder seine Nerven hindurchgeht, ist keine Wirkung bemerkbar, wenn nicht sehr heftige Stromveränderungen eintreten. Diese künstliche Muskelbewegung unterschied sich daher wesentlich von der natürlichen durch den Willen erzeugten, indem bei letzterer die Kontraktionen längere Zeit andauern.

E. Weber zeigt jedoch, dass man auch künstlich diese andauernden Muskelkontraktionen erzeugen kann, wenn man nämlich die galvanischen Stösse so rasch aufeinander folgen lässt, dass die nachfolgende Muskelkontraktion schon beginnt, ehe noch die vorhergehende aufgehört hat, was man am besten durch den magnetogalvanischen Rotationsapparat erreicht. Auch mechanische Reize, welche rasch genug aufeinander folgen, so z. B. die fortgesetzte festere Zusammenschnürung einer Schlinge um den Muskel, bringen kontinuirliche Muskelkontraktionen hervor, und es kommt für diese nur darauf an, die einzelnen Zuckungen durch rasches Aufeinanderfolgen zu vereinen. Weber schliesst hieraus, dass auch der Wille durch stossweise Erregung der Muskeln vom Gehirn aus wirke.

Bewegungen der animalischen Muskeln.

Bei den Versuchen über die Bewegung der animalischen Muskeln durch Reizung der Nerven, liess Weber den Strom nur ganz lokal auf das Gehirn, das Rückenmark oder auf einzelne Nervenäste isolirt einwirken, und brachte die Enden der Leitungsdrähte möglichst nahe einander, so dass sie wenigstens nicht ein halbes Millimeter voneinander abstanden, und um sie sicher in derselben Lage zu erhalten, befestigte er sie im Voraus durch Siegellack aneinander.

Bei der Reizung eines Nervenstammes gerathen alle Muskeln, deren Nerven von diesem Stamme unterhalb der affizirten Stelle abgehen, in Thätigkeit, die bei Anwendung des unterbrochenen Stammes eines magnetogalvanischen Rotationsapparates eine stetig fortdauernde Muskelkontraktion wird, und zwar bis zur völligen Erschöpfung der Muskeln oder ihrer

Nerven. Die Unterbrechung der elektrischen Einwirkung hebt jedoch die Muskelkontraktion momentan auf.

Bei der Einwirkung des Stromes auf das Rückenmark entsteht ein ganz allgemeiner Starrkrampf, sobald die beiden Drathenden das obere und untere Ende desselben berühren, oder zu beiden Seiten seines oberen Endes allein angelegt werden. Legt man die Dräthe an die beiden Seiten des unteren Theils des Rückenmarkes, so werden nicht nur die unteren Extremitäten, sondern auch die Rumpfmuskeln und selbst die oberen Extremitäten in Starrkrampf versetzt, gerade so wie wenn man das obere Ende affizirt. Durchschneidet man aber das Rückenmark an einer Stelle und fügt die Schnittfläche wieder genau zusammen, so entstehen dennoch oberhalb des Schnittes keine Bewegungen. Es unterscheidet sich das Rückenmark ferner dadurch wesentlich von den Nervenstämmen, dass der durch den Rotationsapparat erzeugte Starrkrampf nicht sogleich verschwindet, sobald man den Strom unterbricht, er dauert vielmehr noch einige Zeit, mitunter wohl eine halbe Minute bei ganz frischen lebenskräftigen Fröschen, fort.

Weber schliesst hieraus, dass das Rückenmark nicht bloss aus den passiven Leitern der Nerven besteht, sondern Apparate enthalten müsse, von welchen diese Bewegungen selbständig ausgehen können, wenn auch Veranlassungen nothwendig sind, damit diese Apparate wirklich in Thätigkeit treten. Hierfür spricht auch der Reiz des Strychnin auf das Rückenmark, denn der Starrkrampf erfolgt, auch wenn man hierbei das Gehirn entfernt, hört aber in dem Gliede auf, dessen Verbindung mit dem Rückenmark aufgehoben ist.

Bei dem Gehirn treten, wenn man die Leitungsdräthe an das grosse Gehirn des Frosches anlegt, keine Bewegungen ein, wohl aber wenn man die Vierhügel berührt. Es entstehen aber dann keine tonischen Krämpfe, sondern bald rhytmische, bald klonische Krämpfe, ähnlich den Reflexbewegungen. Es ist daher wahrscheinlich, dass die motorischen Gehirnnerven auf ähnliche Weise, wie bei den Reflexbewegungen mittelst der Empfindungsnerven, vom Gehirn aus vermittelst einer zweiten Nervenleitung in Bewegung gesetzt werden. An der Medulla oblongata bringen die Dräthe tetanische Krämpfe hervor.

Bei den Reflexbewegungen wirkt der Reiz zunächst auf die Empfindungsnerven ein, pflanzt sich auf deren Ursprung

im Gehirn und Rückenmark fort, und bewegt die motorischen mit ihnen hier in Verbindung stehenden Nerven, ohne Einfluss des Willens. Dass diese Verbindung nicht aufgehoben sein darf, ist durch Versuche nachgewiesen; diese Verbindung zwischen Empfindungs- und Bewegungsnerven findet sich nur im Gehirn und Rückenmark. Bei den Versuchen mittelst des Rotationsapparates, bei denen der Empfindungsnerve längere Zeit gereizt wurde, trat die Bewegung in den Muskeln nicht in demselben Augenblick ein, in dem der galvanische Strom begann, vielmehr verging eine namhafte Zeit; es geriethen ferner die Muskeln nicht in tonische Krämpfe, die Bewegungen gingen vielmehr vorüber, pausirten, kehrten wieder, und es geriethen auch nicht immer dieselben Muskeln in Bewegung. Ueberdies dauerte die Reflexthätigkeit nicht lange an, der Empfindungsnerve wurde zu seiner Funktion viel rascher unfähig als der Bewegungsnerve.

Aus diesen Erscheinungen ergibt sich nach E. Weber, dass die motorischen Nerven der animalischen Muskeln sich in ihrem Verlaufe vom Austritt aus dem Rückenmark und Gehirn bis zu ihrer Endigung in den Muskeln als passive isolirte und nicht untereinander kommunizirende Leiter gewisser Bewegungen verhalten, in deren Fortpflanzung eben ihre Verrichtung besteht. Von dem Rückenmark aus können dagegen motorische Einflüsse ausgehen, und es ist Weber gelungen, die Apparate hierzu in dem Rückenmark anatomisch nachzuweisen. Er fand nämlich, dass die motorischen Nervenwurzeln, nachdem sie am äusseren Rande der vorderen Rückenmarksstränge eingedrungen sind, in völlig querer Richtung zwischen den Längenbündeln der Rückenmarksfäden hindurchgehen, sich dabei zwischen denselben erst in gröbere, dann in immer feinere Bündel zertheilen und diesen queren Verlauf nach der Rückenmarksspalte hin beibehalten, so weit nur die immer weiter gehende Zertheilung der Bündel ihre Verfolgung gestattete. Die Bündel der weissen Rückenmarksfasern, zwischen denen die Fäden der motorischen Nerven hindurchgegangen sind, gesellen sich den vorderen Strängen zu, die zwischen den vorderen Nervenwurzeln und der vorderen Spalte des Rückenmarks gelegen sind, und in welche aufwärts nach dem Gehirne zu keine Nervenfasern weiter eindringen.

Die Fasern der weissen Kommissur verfolgte Weber von

innen her, in die seitlichen Hälften des Rückenmarks hinein. Er fand die weisse Kommissur deutlich aus Bündeln einer Querfaser bestehend, welche getrennt voneinander von innen her zwischen dieselben Längenbündel der Seitenhälften des Rückenmarkes eindrangen, wie die gegenüberliegenden motorischen Nervenwurzeln von aussen her. Die Bündel der weissen Kommissur zertheilen sich hier ebenfalls wie die der motorischen Nerven, und gehen in völlig querer Richtung zwischen den Längsfasern jener entgegengesetzt durch, lösen sich aber dann in ihre Elementarfäden auf.

Die Identität der sich entgegenkommenden Faserbündel der vorderen Nervenwurzeln und der vorderen weissen Kommissur entnimmt Weber, abgesehen davon, dass ausser ihnen zwischen den Längsfasern der vorderen Stränge keine anderen Querfasern der weissen Marksubstanz vorkommen und daher keine Verwechslung möglich, auch daraus, dass nach seinen Untersuchungen die Stärke der weissen Kommissur an den verschiedenen Theilen des Rückenmarks der Zahl und Stärke der an jeder Stelle austretenden Nervenwurzeln entspricht, so dass die weisse Kommissur da äusserst stark ist, wo die grossen Nerven der oberen und unteren Extremitäten vom Rückenmark abgehen, an der Hals- und Lendenanschwellung desselben, an der entgegengesetzten Stelle aber sehr dünn sind.

Im Wesentlichen scheint dasselbe Verhältniss auch den motorischen Nervenfasern des Hirns zuzukommen. Die Fortsetzungen der beiden vorderen Rückenmarksstränge entfernen sich in der Medulla oblongata, wo sie mit ihren Bündeln jederseits die Oliven einschliessen, nach beiden Seiten voneinander, und nehmen die seitlichen Stränge, welche zwischen vorderen und hinteren Wurzeln liegen, zwischen sich, die ihrerseits durch eine plötzliche Beugung einwärts und vorwärts in den durch das Auseinanderweichen der vorderen Stränge vergrösserten Raum der vorderen Rückenmarksspalte eintreten, ihn erfüllen, und nachdem sie sich miteinander gekreuzt haben, den Namen der Pyramiden erhalten. Die Fortsetzungen der vorderen Rückenmarksstränge, die Olivenstränge, gehen, während die Pyramidenstränge oder die Fortsetzung der Seitenstränge zwischen den Bündeln der Brücke durchgehen, hinter der Brücke weg, liegen hier am Boden der vierten Hirnhöhle wieder dicht nebeneinander und steigen von da zwischen

den Vierhügeln in die Höhe, welche daselbst unmittelbar auf ihnen aufliegen.

Weber verfolgte bis zu diesen Strängen und zum Theil bis zwischen ihre Bündel hinein fast sämmtliche motorische Hirnnerven, mit völliger Sicherheit den Nerv. ocul. motor., die kleine Wurzel des Trigeminus und den Hypoglossus, mit weniger Sicherheit den Nerv. abducens und facialis. Die Vereinigung der motorischen Hirnnerven beider Seiten in der Mittellinie konnte er bis jetzt nicht beobachten. Die offenbare Vereinigung jedoch der beiden Nervi trochleares auf der Valvula cerebelli lässt wohl auch dasselbe von den übrigen vermuthen.

Hiernach nimmt Weber an, dass die eigentlichen motorischen Nervenapparate in der That im Rückenmarke und dessen Fortsetzung im Gehirne unweit des Austrittes der motorischen Nervenpaare ihren Anfang nehmen, und dass also die Fäden der letzteren nicht selbst aufwärts zum Gehirne sich erstrecken.

Bewegungen der organischen Muskeln.

Die organischen Muskeln verhalten sich bei auf sie einwirkenden Reizen in mehrfachen Beziehungen verschieden von den animalischen Muskeln. Bei Einwirkung des galvanischen Stromes verkürzen sie sich langsamer. Die Kontraktion tritt später und sogar erst nach Entfernung des Reizes ein, dauert aber länger an, und es ziehen sich hierbei nicht nur die gereizten Muskelbündel immer mehr und mehr zusammen, auch entferntere Bündel treten hinzu. Alle diese Bewegungen erfolgen in einer gewissen nach Zwecken geregelten Ordnung. Die organischen Muskeln stehen daher nicht in so unmittelbarer Abhängigkeit von den Reizen wie die animalischen, und haben viel Aehnlichkeit mit den Reflexbewegungen dieser letzteren. Diese Aehnlichkeit zeigt sich auch darin, dass wie bei diesen nach Volkmanns Untersuchungen die Bewegungen leichter nach der Reizung der Lederhaut und Schleimhaut, als nach der der Nervenstämme erfolgen, auch bei Theilen mit organischer Muskelbewegung die Reizung ihrer inneren Haut leichter und sicherer als die Reizung ihrer Nerven wirkt. Fowelin überzeugte sich an zwei mit Magenfisteln versehenen

Hunden, dass die Magenbewegungen und die Verdauung des Fleisches trotz der Durchschneidung der Nerv. vag. möglich blieben.

Weber nimmt an, dass bei dieser Reizung der inneren Haut der Eindruck zunächst zu den in den Organen gelegenen Nervennetzen fortgepflanzt wird und von diesen aus die Fleischbündel in einer gewissen Ordnung zur Thätigkeit angeregt werden, die Zusammenziehung der Muskelbündel aber selbst wieder eine neue Einwirkung auf die Nervennetze hervorbringe, die wieder die benachbarten Muskeln anregen, so dass dadurch eine wellenförmige Zusammenziehung in dem Organe entsteht. Er nimmt nicht an, dass hier die Reizung erst zum Gehirn, zu dem Rückenmarke oder zu den Ganglien gehe und durch Reflex auf die Muskeln übertrete, denn es treten diese rhytmischen Bewegungen auch bei aus dem Körper entfernten Theilen ein.

Weber nimmt auch bei den organischen Muskeln an, dass nur Reize der Nerven, nicht der Muskelsubstanz die Bewegung derselben bewirken, weil nur hierdurch die planmässige Anordnung der Bewegungen erklärt werden kann. Es müssen aber die Nerven unabhängig vom Rückenmarke Einrichtungen enthalten, von denen, wie von Theilen des Rückenmarks, geordnete Bewegungen ausgehen können, und welche auf den Reiz in Thätigkeit treten. Es ist Thatsache, dass aus der Entfernung auf die Bewegung der unwillkürlichen Muskeln eingewirkt werden könne, z. B. durch Gemüthsbewegungen. Weniger sicher sind aber in dieser Beziehung die äusseren Reize, welche auf die Nerven entfernt wirken, und Weber ist daher zu der Annahme geneigt, dass die Einwirkung der zu den organischen Muskeln gehenden Nerven auf dieselben keine unmittelbare ist, wie die der motorischen Nerven auf die animalischen Muskeln, vielmehr eine mittelbare, wie bei den Reflexerscheinungen der animalischen Muskeln. Wodurch aber hier die Bewegungen vermittelt werden, ist nicht hinreichend konstatirt, man hat in den Theilen selbst Nervenganglien angenommen, so Remak in dem Herzen etc. Die Unsicherheit in der Erregung der organischen Muskeln durch Reizung ihrer Nerven liegt auch darin, dass diese durch Einwirkung der atmosphärischen Luft in Bewegung gerathen und dieser Reiz fortdauernd wirkt.

Veränderungen, welche in Muskelsubstanz bei freier Thätigkeit des Muskels stattfinden.

Nur der Muskelbauch, der aus Muskelfasern bestehende Theil der Muskeln, nicht aber die aus Sehnensubstanz bestehenden Flechsen, verkürzen sich. Mit dieser Verkürzung wird zugleich der Muskelbauch im Querdurchmesser stärker. Die Frage, ob diese Volumenveränderung mit einer Verdichtung der Muskelmasse verbunden ist, so dass der Umfang des Muskels sich vermindert, ist nicht bestimmt entschieden. Nach Valentin könnte man theoretisch eine Abnahme des Volumens annehmen, weil die Bewegung mit einer Stoffausgabe verbunden ist, es ist diese jedoch so gering, dass sie selbst der feinsten Messung entgeht. Während nun Prevost, Dumas, Valentin und Matteuci kaum Raumabnahme bei Versuchen fanden, glaubten Ermann und Weber solche wahrgenommen zu haben. Nach Weber wird die Muskelmasse durch die freie Zusammenziehung nicht härter, wobei er Härte und Spannung unterscheidet.

Die Form der Zusammenziehung der Muskelfasern wurde von den älteren Physiologen als eine Kräuselung angesehen, und auch Prevost und Dumas nehmen nach ihren Untersuchungen über die Zickzackbildungen der durchschnittenen Muskeln ähnliche Bewegungen bei der Zusammenziehung der ungetrennten Muskelfaser an. E. Weber gelangte jedoch, indem er die zu beobachtende Muskelfaser nicht in momentane Zuckungen, sondern in anhaltende Kontraktion versetzte, zu anderen Resultaten. Er fand, dass die Zickzackbewegungen nicht während der Zusammenziehung, sondern sobald diese aufhört, durch die Weiterausdehnung der Muskelfaser entstehen, dass dieselben bei jeder neuen Zusammenziehung wieder verschwinden, aber gleich wieder entstehen, sobald man dieselbe von Neuem unterbricht. Bei seinen Untersuchungen über die Form bei der Zusammenziehung brachte er einen dünnen, aus einem eben getödteten Frosche herausgeschnittenen Muskel auf eine Glasplatte unter das Mikroskop. Um aber die Bewegungen des Muskels nicht durch unmittelbare Berührung mit den Leitungsdrähten zu stören, nahm er statt gewöhnlichen Glases ein Stück Spiegel zur Unterlage, dessen Folie durch

Wegnahme eines 1½ bis 2 Linien breiten Streifen in zwei Theile getheilt ist, von denen jeder mit einem der Leitungsdräthe verbunden wird. Auf dieser Unterlage wird die Muskelplatte ohne Faltung, aber auch ohne Spannung so aufgelegt, dass sie mit dem mittelsten Theile ihrer Fasern den durchsichtigen Streifen quer kreuzt; das Präparat wird dann so auf den Objektivtisch gebracht, dass der mittlere durchsichtige Theil des Muskels in das Sehfeld kommt, und durch den Rotationsapparat in Thätigkeit gesetzt. Waren die Fasern des auf der Platte liegenden Muskels, ehe das Galvanisiren begann, gerade, so blieben sie es auch bei der eintretenden Verkürzung; waren sie mässig geschlängelt, was man durch leises Zusammenschieben der Muskeln von beiden Enden her bemerken kann, so werden sie im Augenblick der eintretenden Verkürzung ganz gerade, und bleiben es, so lange die Kette geschlossen bleibt. Oeffnet man diese wieder, so kreuzen sie sich im Augenblick regelmässig im Zickzack, und behalten diese Form, so lange der galvanische Strom nicht wieder eintritt. Diese Zickzackbeugungen bilden aber keinen Charakter des unthätigen Zustandes, sie entstehen vielmehr nur dann bei der Rückkehr der Muskeln von der Thätigkeit zur Ruhe, wenn die Muskeln abgeschnitten und ohne alle Spannung sind, und sie können leicht verhindert werden, wenn man nur ein oder ein paar Gramme an den Muskelenden anheftet. Bei dieser geradlinigen Verkürzung der Muskelfasern nehmen dieselben in dem Maasse an Dicke zu, als sie an Länge abnehmen. Diese Zusammenziehung ist durchaus gleichförmig und nicht wie Bowman annimmt, nur auf einzelne Segmente ausgedehnt.

Die Formen, welche durchschnittne quergestreifte Muskelfasern bei der Zusammenziehung annehmen, sind bei dünnen, hinreichend durchsichtigen Schichten von Muskeln, deren Fasern gerade verlaufen, am besten wahrzunehmen. Es sind hier die Fasern zickzackförmig gebogen, und die Winkel der Einknickungen vertheilen sich oft so regelmässig, dass sich gerade gleichläufige Linien durch ihre Scheitel ziehen lassen, und dass die Schenkel benachbarter Fasern parallel hindurchgehen. Diese Regelmässigkeit ist jedoch in vielen Fällen nicht vorhanden, so wenn die Beschaffenheit der Muskelfasern sich geändert, es ist dann die Einknickung der Fasern nicht gleich-

mässig, und jede einzelne Faser verläuft abgesehen von diesen Einknickungen wellenförmig. Der Einknickungswinkel kann bis 30^0 steigen, doch beträgt er in der Regel zwischen 50 und 130^0; auf ein Millimeter kommen 4 bis 8 Zickzack, und nur bei sehr kräftiger Zusammenziehung 2 — 3. Es kommen übrigens auch andere Formveränderungen an den Enden der durchschnittenen Muskeln vor, manche Muskelfasern spitzen sich an den Enden zu, andere sind ausgebaucht oder umgestülpt. Genaueres hierüber siehe in Valentins *Physiologie*, Aufl. 2, Bd. II, Abth. 1, S. 49.

Erscheinungen bei den thätigen Muskeln, wenn sie in ihren Bewegungen Widerstand finden.

Wird ein Muskel in Thätigkeit versetzt, ohne dass er sich zu verkürzen im Stande ist, so geräth er in Spannung und wird scheinbar härter. Die Spannung ist stets dem Widerstande adäquat, der die Zusammenziehung des Muskels verhindert.

Um die Spannung der Muskeln während ihrer Thätigkeit und bei verschiedenen Graden der Verkürzung zu messen, beobachtete E. Weber die Verkürzung bei verschiedenen Graden der Spannung, weil dieses zu demselben Ziele führt. Er hing zu diesem Endzwecke einen Muskel, den er aus dem Körper eines eben getödteten Thieres herausschnitt, an einem Ende auf, befestigte am anderen Ende eine Wagschale mit Gewichten, und beobachtete die Länge des Muskels sowohl während des unthätigen Zustandes, als auch während er durch den Strom des Rotationsapparates in ununterbrochener Thätigkeit erhalten wurde. Die Differenz aus beiden Messungen gibt dann die Grösse der stattgehabten Verkürzung und das aufgehängte Gewicht das Maass seiner Spannung. Wechselt man letzteres, so kann man die Grösse der Verkürzung bei verschiedenen Graden der Spannung messen. Es wurden zu diesen Beobachtungen die Musc. hyoglossi des Frosches benutzt.

Die Resultate, welche Weber aus diesen Beobachtungen gewann, sind im Wesentlichen folgende. Der Muskel beharrt nicht in seiner Kontraktion, verlängert sich vielmehr alsbald wieder, nachdem er den höchsten Grad seiner Kontraktion erreicht hat, und wird er häufig in Thätigkeit versetzt, oder

längere Zeit in derselben erhalten, so erschöpft er sich und wird zur ferneren Thätigkeit unfähig. Der gebrauchte Muskel wog 0,126 Grammen, und war 42,1 Millimeter lang; nachdem der Rotationsapparat 9,2 Sekunden eingewirkt, hatte er seine grösste Verkürzung bis zu 19,7 Millimeter erreicht, dann verlängerte er sich während dessen Fortdauer wieder bis auf 40 Millimeter nach 476,2 Sekunden, und kehrte nach dessen Unterbrechung auf 42,1 Millimeter zurück. Die Wiederverlängerung erfolgte nicht gleichmässig in verschiedenen Zeiträumen, denn die Zeit, die er, um 1 Millimeter länger zu werden, gebrauchte, nahm anfangs von 8 Sekunden bis auf 3 Sekunden ab, nahm aber dann, nachdem er sich ungefähr um ein Viertel der ganzen Verkürzung wieder verlängert hatte, rasch wieder zu und betrug schon am Ende des Versuches 126 Sekunden und darüber.

Durch gleiche Versuche erforschte Weber, in wie weit der erschöpfte Muskel sich nach einiger Zeit der Ruhe wieder erholte, und fand, dass diese Erholung an einem und demselben Muskel nach kurzer Zeit der Ruhe 2 und 3 Mal eintrat, und untersuchte ferner die Verkürzung der Muskeln bei verschiedener Belastung derselben. Der aufgehängte Muskel wurde hierbei sukzessive mit verschiedenen Gewichten beschwert, nach jedem Wechsel der Belastung wurde dessen Länge während seiner Unthätigkeit und dann während der Kontraktion vermittelst des galvanischen Stromes gemessen. Die Kette wurde erst im Augenblicke, wo die Ablösung erfolgte, geschlossen und dann gleich wieder geöffnet, so dass die Dauer der Einwirkung kaum 5 Sekunden betrug. Dennoch ermüdete der Muskel so rasch, dass die Abnahme seiner Kraft von Versuch zu Versuch merklich war. Weber beschränkte sich daher bei demselben Muskel immer nur auf eine kleine Anzahl von Belastungsgewichten, und brachte diese in solcher Reihenfolge auf einander, dass er durch zweckmässige Kombination der gefundenen Werthe der Verkürzung den störenden Einfluss der Ermüdung eliminiren konnte. Ueber die Resultate dieser Untersuchung verweisen wir auf die Tabelle von Weber am angeführten Orte, S. 74—81.

Bei einem Muskel, dessen Thätigkeit keinen Widerstand findet, also bei einem durchaus freien Muskel, wird die Grösse der Kontraktion, abgesehen von der qualitativen Beschaffenheit

des Muskels, nur von der Länge seiner Fasern bestimmt, und es hat die Breitendimension des Muskels auf dieselbe keinen Einfluss, so dass man die Verkürzung nach Prozenten der Länge allgemein bestimmen kann. Es ist hierbei die bleibende Verkürzung, in welche ein von seinem Befestigungsende im lebenden Organismus getrennter Muskel sich versetzt, von der vorübergehenden durch Einwirkung des Galvanismus erzeugten verschieden. Diese letztere ist nach Weber von den früheren Physiologen für zu gering erachtet worden. Sie beträgt nach ihm nicht, wie Prevost und Dumas und Andere angegeben haben, $\frac{1}{4}$ der Länge der Fasern, sondern bei Muskeln ohne Auswahl im Mittel wenigstens $\frac{3}{4}$ der Länge, bei kräftigeren Muskeln aber $\frac{5}{6}$ und darüber.

Die Kraft, welche ein Muskel bei seiner Verkürzung ausübt, lässt sich durch angehängte Gewichte bestimmen, indem bei grösserer Kraft des Muskels auch grössere Gewichte nothwendig sind, um die Verkürzung zu verhindern. Diese Kraft ist für jeden Kontraktionsgrad verschieden; die grösste Kraft wird beim Beginn der Kontraktion ausgeübt, und das Gewicht, welches er in diesem Zustande nicht zu heben, das ihn aber auch nicht auszudehnen vermag, ist das Maass seiner grössten Kraft.

Abgesehen von der qualitativen Beschaffenheit hängt die Kraft des Muskels bei einer bestimmten Anregung nur von dem Umfange des Querschnittes, nicht aber von seiner Länge ab. Man hat daher die Muskelkraft auf die Grösse der Querschnittfläche zu reduziren und im Allgemeinen die eines Quadratzentimeters als Einheit angenommen, und findet diese, wenn man das der Kraft eines gegebenen Muskels gleiche Gewicht durch dessen Querschnitt dividirt. Valentin suchte die Kraft der Muskeln dadurch zu bestimmen, dass er ein Federdynamometer durch einen Faden mit dem einen Ende des Frosches verband, und die Muskeln, während das andere Ende befestigt war, sich verkürzen liess. E. Weber stellte diese Versuche auf andere Weise an. Da die Aufgabe ist, das Gewicht zu finden, welche der bewegenden Kraft des Muskels in der Lage das Gleichgewicht hält, wo er dieselbe Länge wie im unthätigen nicht ausgedehnten Zustande hat, so wird dieselbe auch gelöst, wenn man das Gewicht findet, welches er, wenn er ausgedehnt war, bis zu demselben Gleichgewichts-

punkte hebt. Weber belastete daher den Muskel eines Frosches, welcher wie bei den Untersuchungen über die Verkürzung des Muskels aufgehangen war, mit einem Gewichte, welches er, nachdem er durch dasselbe ausgedehnt war, bei seiner Verkürzung ungefähr bis zu dem Punkte wieder hob, wo er die Länge wie im unthätigen und zugleich ungespannten Zustande hatte. Das hierdurch gewonnene Resultat ergab die Kraft des Muskels. Die Grösse des Querschnittes eines Muskels kann man nicht messen, doch erhält man dieselbe, wenn man das Volumen des Muskels, das Produkt aus dem Gewichte des Muskels und dem spezifischen Gewichte der Muskelsubstanz, welche letztere = 1,058 ist, durch das Längenmaass dividirt. Wenn man alsdann das gefundene Maass der Muskelkraft mit dieser Zahl für den Querschnitt dividirt, so erhält man das Maass der Muskelkraft für ein Quadratzentimeter Querschnitt.

Bei Froschmuskeln, die aus dem lebenden Körper herausgeschnitten waren und durch den heftigen Reiz des Rotationsapparates in Thätigkeit gesetzt wurden, fand Weber die Grösse der Muskelkraft für 1 Quadratzentimeter = 692,2 Gramme.

Um an lebenden Menschen selbst die Kraft der Muskeln zu messen, suchte Weber durch eine eigene Vorrichtung die Kraft zu bestimmen, welche die Wadenmuskeln des Menschen ausüben müssen, wenn derselbe die Ferse vom Fussboden erhebt, indem er sich bestrebt auf die Zehen oder vielmehr auf den Ballen zu treten. Ueber die Ausführung des Versuches verweisen wir auf Weber a. a. O., S. 88. Er fand die Kraft der Wadenmuskeln einer Seite = 128,4 Kilogramme im Mittel. Die Grösse des Querschnittes der Wadenmuskeln bestimmt er auf 153,2 Zentimeter, und es ergab sich bei 3 Versuchen für 1 Quadratzentimeter 1,087, 0,720 und 0,701 Gramm Kraft. Es war somit die Kraft der Muskeln lebender Menschen grösser als die der aus dem Körper entfernten Froschmuskeln.

Valentin hält diese Reduktion der Kraft des Muskels auf den Querschnitt, die Weber hier seinen Untersuchungen zu Grunde legt, für nicht genau, weil die Berechnung des Querschnittes nur dann möglich ist, wenn man die Länge der Muskelfasern genau kennt, was aber bei den meisten Muskeln nicht der Fall ist, da die einzelnen Muskelfasern die verschie-

denste Länge und die verschiedenste Richtung ihres Verlaufs darbieten.

Ebenso macht er darauf aufmerksam, dass verschiedene Muskeln nothwendig Unterschiede in Bezug auf die Zusammensetzung und die Quantität der Muskelfasern, welche 1 Quadratzentimeter enthält, zeigen, und man daher nur von der Kraft eines bestimmten Muskels sprechen könne: so fand er, dass der Zungenschildknorpelmuskel eines sehr kräftigen Frosches nicht ganz 1 Kilogr., der Schneidermuskel 1—2 Kilogr. und der Wadenmuskel mehr als 2 Kilogr. für einen Quadratzentimeter Durchschnitt besass.

Vom Nutzeffekte der sich verkürzenden Muskeln.

Aus den weiteren Untersuchungen über den Nutzeffekt aus der Verkürzung und der Kraft der Muskeln, und über die Elastizität der Muskeln unter den verschiedenen Verhältnissen, gelangte Weber zu folgenden Resultaten.

Der Nutzeffekt, welcher sowohl von der Grösse der Kontraktion als von der Kraft, mit der sie geschieht, abhängt, ist bei verschiedenen Muskeln sehr verschieden gross. Er ist nur bei einer bestimmten Belastung am grössten, und wird sowohl bei kleineren als bei grösseren Belastungen geringer. Der grösste Nutzeffekt wurde von Froschmuskeln im Mittel ausgeübt, wenn jedes 1 Quadratzentimeter dicke Bündel mit 450 Grammen belastet war, welches Gewicht von ihnen um 0,401 ihrer Länge gehoben wurde; die Muskeln hoben in diesem Falle im Mittel das 93fache ihres eigenen Gewichtes 15 Millimeter hoch. Die Belastung, bei welcher ein Muskel den grössten Effekt ausübt, wird um so kleiner, je mehr der Muskel ermüdet.

Es ist die Grösse der Muskelkraft nicht nach dem Grade der Verkürzung zu bestimmen. Beide Verhältnisse stehen in verschiedenen Muskeln und in einem und demselben Muskel zu verschiedenen Zeiten, jenachdem er mehr oder weniger ermüdet ist, in keiner bestimmten Proportion. Ermüdete Muskeln verkürzen sich bei grösserer Belastung verhältnissmässig weit weniger als bei geringerer Belastung. Sehr ermüdete Muskeln, die sich bei geringer Belastung beträchtlich verkürzen, können sich sogar bei grösserer Belastung, während sie gereizt werden, verlängern und umgekehrt sich verkürzen,

wenn die Reizung aufhört. Es wird dieses weniger durch die Grössenunterschiede der Kontraktion der Muskeln, als durch Grössenunterschiede der Elastizität der kontrahirten Muskeln, von welcher die Kraft ebensowohl wie von der Kontraktion abhängt, bedingt. Denn es besteht die Thätigkeit des Muskels nicht nur in einer Aenderung seiner natürlichen Form, die sich verkürzt, sondern auch in einer Aenderung seiner Elastizität, die sich vermindert. Bei fortgesetzter Thätigkeit vermindert sich dieselbe immer weiter, und es ist dieses die Ursache der Erscheinungen der Ermüdung und der grossen Kraftlosigkeit, welche die Muskeln bei fortdauernder Thätigkeit zeigen.

Die Elastizität des todten Muskels ist in Bezug auf das Zurücktreten zu der früheren Form, wenn er ausgedehnt ist, schwächer als die des lebendigen Muskels, dahingegen ist jener ausdehnbarer, zugleich steifer und unbeugsamer. Auch der lebende unthätige Muskel ist ausdehnbarer, steifer und unbeugsamer als der thätige Muskel. Es ist daher die Ermüdung des Muskels von dem Absterben zu unterscheiden, und ebenso die Todtenstarre des Muskels von der Vergrösserung der Spannung der thätigen Muskeln.

Von besonderer Wichtigkeit ist das Resultat der Weberschen Untersuchungen, dass der in Kontraktion versetzte Muskel während dieser Zeit ausdehnbarer wird, als während der Erschlaffung. Die Gebrüder Weber kamen zuerst hierauf, als sie einen mit einem Gewicht belasteten Muskel in ruhendem und in kontrahirtem Zustande in rotirende Schwingungen versetzten, wobei sich ergab, dass die Schwingungsdauer während der Verkürzung grösser war. E. Weber suchte dieses durch direkte Messungen nachzuweisen und fand, dass der Muskel im Anfange, wo er noch möglichst kräftig war, durch Vermehrung der Belastung um 1 Gramm, während der Unthäthigkeit um 0,00695 seiner Länge, während der Thätigkeit aber um 0,0127 seiner Länge, also fast um das Doppelte ausgedehnt wurde, und es zeigte sich bei fortgesetzter Thätigkeit diese grössere Ausdehnbarkeit immer mehr gesteigert, so dass sie das 14fache des unthätigen Muskels erreichte. Die Muskeln werden also, wenn sie sich kontrahiren, bei gleichbleibender Spannung weicher, während man sie allgemein für härter angesehen hat.

Stimme und Sprache.

Die Stimme und die Sprache sind zwar nicht unmittelbare Folgen der Muskelbewegung, es muss aber diese als die nächste Ursache derjenigen Bewegungen angesehen werden, durch welche in der gesammten Thierwelt Töne oder Geräusche erzeugt werden; daher diese Lehre hier anzureihen ist.

Die Töne und Geräusche, welche in der Thierwelt in sehr grosser Mannigfaltigkeit hervorgebracht werden, sind für das eigene Leben und für das Verhältniss zur Umgebung von wesentlicher Bedeutung, und werden durch die verschiedenartigsten Bewegungen veranlasst. In physiologischer Beziehung sind sowohl in Anbetracht ihrer Entstehungsart und ihrer Wichtigkeit diejenigen Töne von der vorzüglichsten Bedeutsamkeit, welche durch eigens hierzu eingerichtete Organe, die Stimmorgane, erzeugt werden. Wenngleich dieselben nur bei dem Menschen so weit ausgebildet sind, dass sie in der innigsten Beziehung zu der geistigen Thätigkeit stehen, und in der Sprache einen Ausdruck derselben geben, so dienen doch auch bei den Thieren die Stimmorgane sehr häufig zur Aeusserung der verschiedenartigsten Gemüthszustände.

Stimmapparate.

Bei den Säugethieren liegen die Stimmapparate allgemein am oberen Ende der Luftröhre als eigentlicher Kehlkopf, bei den Vögeln liegen sie am unteren Ende derselben, an der Spaltungsstelle, unterer Kehlkopf; bei einigen ist hierbei die Luftröhre dicht oberhalb der Spaltung für die Stimmbildung eigenthümlich eingerichtet, bei anderen die Anfänge der beiden Luftröhrenäste. Bei den beschuppten und nackten Reptilien ist, wo Stimmbildung vorkommt, der eigentliche Kehlkopf Sitz derselben.

Die physikalische Lehre von der Ton- und Stimmbildung können wir hier nicht darlegen, und verweisen hierüber auf Müllers *Physiologie*, in welcher die allgemeinen Bedingungen der Tonerzeugung sehr umständlich dargelegt sind. Man muss im Allgemeinen das Stimmorgan als ein Zungenwerk mit membranösen doppelten Zungen ansehen, welche nach Art

eines Blaseinstrumentes in Bewegung gesetzt werden. Dabei erscheinen die Lungen, indem sie die Luft austreiben, als Windlade, die Luftröhre als Windrohr, die Stimmbänder als Zungen, die oberhalb gelegenen Theile des Kehlkopfes, die Mund- und Nasenhöhle als Ansatzrohr.

Die Stimmbildung selbst geschieht in der Stimmritze, und zwar durch die Schwingungen der Stimmbänder. Damit aber elastische Bänder oder Häute willkürlich in Schallschwingungen versetzt und diese willkürlich modifizirt werden können, muss ihre Stellung gegen den Luftstrom, die Stärke desselben und die Spannung der elastischen Bänder nach bestimmten Gesetzen modifizirt werden können. Der Luftstrom wird nun durch die Muskeln, welche bei der Ausathmung thätig sind, geregelt, die Stellung und Spannung der Stimmbänder werden durch den Stimmapparat selbst geordnet, wenn auch der verstärkte Luftstrom hier nicht ohne Einfluss ist.

Der Kehlkopf, als das eigentliche Stimmorgan, liegt bei den Säugethieren am oberen Ende der Luftröhre und wird von einigen Knorpeln gebildet, von denen besonders zwei sich durch ihre Grösse auszeichnen. Der eine derselben, der Schildknorpel, bildet die Wand des Kehlkopfes nach vorn und zu beiden Seiten; der andere, der Ringknorpel, liegt etwas tiefer und umgibt ringförmig das Luftrohr; er ist vorn unter dem Schildknorpel schmal, nach hinten aber breit, nach oben sich erstreckend und so einen bedeutenden Theil der hinteren Kehlkopfswand bildend. Mit dem hinteren, oberen Rande des Ringknorpels sind die beiden kleinen Giesskannenknorpel gelenkförmig verbunden, und zwar so, dass sie einander genähert, von einander entfernt, vorwärts und rückwärts bewegt werden können. Auch Schild- und Ringknorpel sind nicht unbeweglich mit einander verbunden.

Die Schleimhaut der Luftröhre setzt sich durch den Kehlkopf nach oben fort, überzieht aber nicht gleichmässig die Knorpel, vielmehr liegen ihr zunächst theils elastische, theils muskulöse Fasern an, welche zugleich den inneren Raum des Kehlkopfes bedeutend verengern und schwingende Bänder bilden. Dieses Fasergewebe ist mit dem elastisch gelben Fasergewebe an anderen Stellen des Körpers, im Ligamentum nuchae, den Ligam. flav., in der mittleren Haut der Arterie etc. übereinstimmend; nach Lauth und Schwann sind es die ein-

zigen bis jetzt bekannten Fasern, welche sich theilen und anastomosiren, und nach J. Müller ist die Elastizität so dauernd, dass sie selbst nach tagelangem Kochen und jahrelangem Liegen in Weingeist nicht ganz zerstört wird.

Die Hauptmasse der elastischen Fasern ist an der Basis der Giessbeckenknorpel nach hinten und in dem Winkel des Schildknorpels nach vorn befestigt, sie verengen den Eingang in den Kehlkopf und bilden hier eine von vorn nach hinten ausgedehnte Spalte, die vorn ganz spitz ausläuft, hinten aber durch die Beweglichkeit der beiden Giessbeckenknorpel eine veränderte Gestalt annehmen kann. Die Spalte selbst erstreckt sich zwischen den Basen dieser Knorpel noch weiter nach hinten, wo sie dann nur von Knorpel begrenzt wird und bei manchen Thieren sehr ansehnlich ist. Die Spalte zwischen den elastischen Bändern ist die Stimmritze, rima glottidis. Indem zwischen den Strängen am oberen Eingange des Kehlkopfes und den etwas tiefer gelegenen sich jederseits eine Vertiefung befindet, in welche die Schleimhaut sackförmig eindringt, ventriculus Morgagni, bildet sich eine obere und untere Stimmritze; die unteren Bänder liegen freier, werden leichter in Schwingungen versetzt und sind bei allen Thieren konstant. Niemals aber werden die Stimmbänder im erschlafften Zustande durch die durchstreichende Luft in Schwingungen versetzt, hierzu ist stets Verengerung der Stimmritze und Spannung der Bänder nothwendig.

Es sind ausserdem das Lig. hyothyreoideum laterale, das Lig. thyreo-epiglotticum, hyoepiglotticum und glossoepiglotticum elastisch, und ebenso findet man elastische Längsfasern an dem membranösen Theile der Luftröhre und an den Bronchien, wodurch die Umgebungen der Stimmorgane in grosser Ausdehnung zur Mitschwingung und Resonanz fähig.

Durch die verschiedene Stellung der einzelnen Theile des Kehlkopfes zu einander, die verschiedene Spannung der Bänder und der Gestaltung des Luftraumes innerhalb des Kehlkopfes werden die verschiedenartigen Töne veranlasst; doch kommen bei manchen Thieren noch anderweitige Einrichtungen, namentlich die sogenannten Luftsäcke in Betracht; man findet dann in der Regel oberhalb des Schildknorpels eine Oeffnung, welche in einen weiten, aussen auf den Stimmwerkzeugen liegenden Sack führt.

Die eben angegebenen Veränderungen erfolgen durch die Thätigkeit der Kehlkopfsmuskeln. Die Mm. cricothyreoidei nähern den oberen Rand des Vordertheiles des Ringknorpels dem unteren des Schildknorpels; dabei dehnen sich die Taschenbänder, die Morg. Ventrikeln werden vorn niedriger und hinten etwas flacher, vorzüglich aber werden die Stimmbänder der Länge nach gespannt, was durch die Wirkung der Mm. crico-arytaenoidei postici noch gesteigert wird, indem diese die Giesskannenknorpel nach hinten und aussen ziehen und so die Stimmbänder in entgegengesetzter Richtung anspannen. Die Mm. thyreoarytaenoidei und crico-arytaenoidei laterales führen dagegen diese Knorpel nach vorn und erschlaffen so die Stimmbänder; die Mm. thyreoaryt. können zugleich auf die Form der Ventric. Morgagni und Stimmbänder wirken und so die Stimmritze in geringerem Grade verengern. Der Musc. arytaenoideus transversus und die Mm. arytaenoidei obliqui nähern die beiden Giessbeinknorpel, schliessen daher vorzüglich die hintere Hälfte der Stimmritze. Bei der gemeinschaftlichen Wirkung der Thyreoarytaenoidei, der Arytaenoidei obliqui und der Aryt. transv. erschlaffen die Stimmbänder, während die Stimmritze kürzer und enger wird.

Die Mm. cricothyreoidei und crico-arytaenoidei postici verlängern, die Mm. thyreoarytaenoidei und crico-aryt. laterales verkürzen die Stimmritze.

Zu diesen Veränderungen treten noch die Ortsveränderungen des Kehlkopfes hinzu, wodurch das Verhältniss desselben zur Luftröhre, als dem Windrohr, und zur Mund- und Nasenhöhle als dem Ansatzrohre sich ändert.

Bei der Betrachtung der Tonbildung der menschlichen Stimmorgane hat man die Stimme, die eigentliche Tonbildung im Kehlkopfe, und die Sprache, welche in einer Verbindung von Lauten, die durch das Ansatzrohr des Stimmorganes erzeugt werden, besteht, zu unterscheiden. Zu der Stimme werden noch die einzelnen Töne, welche im Munde gebildet werden, hinzugefügt.

Von der Stimme.

Versuche an Thieren, oder Beobachtungen bei Verwundungen des Kehlkopfes haben dargethan, dass die unteren

Stimmbänder die wesentlichste Rolle bei der Stimmbildung übernehmen; jede hinreichend grosse Luftröhrenfistel unterhalb derselben hebt die Stimmbildung auf, während man alle über den Stirnbändern liegenden Theile des ausgeschnittenen Kehlkopfes, selbst die Morgagni'schen Taschen entfernen kann und beim Ansprechen von der Luftröhre aus noch reine Töne erhält.

Welche Form die Stimmritze bei der Tonbildung im Lebenden annimmt, ist trotz vielfachen Bemühungen nicht genau bekannt. Jedenfalls muss dieselbe sich verengen, und zwar nach Kempelen so, dass sie nicht über $\frac{1}{12}$, höchstens $\frac{1}{10}$ offen sein dürfte. Ueber das Verhalten des hinteren Theils der Stimmritze und die spezielle Gestaltung der Verengerung der ganzen Stimmritze bei der Tonbildung überhaupt und bei den verschiedenen Tönen ist trotz der vielfachen Versuche von Magendie und Malgaigne nichts Bestimmtes dargelegt.

J. Müller experimentirte zu diesem Behufe am ausgeschnittenen Kehlkopfe der Menschen; es kommt hierbei zunächst darauf an, die beweglichen Theile des Kehlkopfes in bestimmten Lagen zu fixiren. Die Art und Weise, wie dieses erreicht wird, gibt J. Müller in seiner *Physiologie*, Bd. II, S. 185, genau an. Die Resultate über die Tonbildung durch die unteren Stimmbänder sind nach J. Müller folgende.

1) Die unteren Stimmbänder geben bei enger Stimmritze volle und reine Töne beim Anspruch durch Blasen von der Luftröhre aus, und kommen den Tönen der menschlichen Stimme sehr nahe.

2) Diese Töne unterscheiden sich von denjenigen, welche man erhält, wenn die Ventr. Morg., die oberen Stimmbänder und der Kehldeckel noch vorhanden sind, dadurch, dass sie weniger stark sind, indem diese Theile sowie die hintere Wand der Luftröhre stark mitschwingen und resoniren.

3) Am leichtesten und jedesmal sprechen die Stimmbänder an, wenn der hintere Theil der Stimmritze zwischen den Cartt. arytaenoid. geschlossen ist; jedoch ist die Schliessung dieses Theiles nicht durchaus nothwendig.

4) Haben die Stimmbänder eine gleichbleibende Spannung, so bleibt sich der Ton in der Höhe gleich, mag der hintere Theil der Stimmritze offen sein oder nicht. Die Schwingungen der Stimmbänder, und nicht die Luft, welche durch die Stimmritze durchgepresst wird, bestimmt daher den Ton.

5) Ist der hintere Theil der Stimmritze nicht ganz geschlossen, berühren sich nur die Vokalfortsätze an den Basen der Cartt. aryt., so bildet sich in der kleinern hinteren Oeffnung kein zweiter Ton.

6) Bei gleicher Spannung der Stimmbänder hat die grössere oder geringere Enge der Stimmritze keinen wesentlichen Einfluss auf die Höhe des Tones. Es spricht bei weiter Stimmritze der Ton nur schwerer an und ist weniger klangvoll.

7) Sind die Stimmbänder ungleich gespannt, so geben sie in der Regel doch nur einen Ton, nur in seltenen Fällen zwei Töne. Es tönt das eine Band, während das andere mitschwingt.

8) Bei gleichbleibender Spannung der Stimmbänder entsteht zuweilen statt des Grundtones derselben ein viel höherer Ton, besonders wenn sie beim Schwingen in einem Theile ihrer Länge anstossen, was durch Entstehen von Schwingungsknoten zu erklären.

9) Es können sowohl bei enger Oeffnung zwischen den Stimmbändern, als auch wenn sich dieselben berühren, Töne hervorgebracht werden. Im letzteren Falle erfolgen besonders bei ganz schlaffen Stimmbändern die Töne leicht, und es sind dann die Schwingungen derselben ungemein stark.

10) Der Klang der Töne, wenn die Stimmbänder bei sehr geringer Spannung einander berühren, ist voller, während der bei enger Oeffnung der Stimmritze erzeugte gedämpfter ist.

11) Haben die Stimmbänder eine bestimmte Länge und gleichbleibende schwache Spannung, so ist der Ton in der Höhe nicht verschieden, mögen die Stimmbänder sich berühren oder eine enge Oeffnung zwischen sich haben.

12) Auch in ganz schlaffem und nicht gespanntem Zustande der Stimmbänder lassen sich noch ganz gut Töne hervorbringen, wenn die Stimmritze zugleich sehr verkürzt wird.

13) Tiefe und hohe Töne lassen sich sowohl bei langer als bei kurzer Stimmritze erzeugen, wenn nur die Stimmbänder bei langer Stimmritze für hohe Töne zugleich stärker gespannt sind, und für tiefe Töne bei sehr kurzer Stimmritze mit berührenden Lippen ganz erschlafft sind.

14) Die Töne verändern sich in der Höhe, wenn die ganzen Stimmbänder vom Winkel der Cartilag. thyreoid. bis zu den fest aneinander liegenden Vokalfortsätzen der Cartt. arytaen. ohne Berührung schwingen, mit zunehmender Spannung

nicht ganz wie die Saiten und an zwei Enden gespannten Membranen, bleiben vielmehr um einige halbe oder ganze Töne zurück.

15) Die vom Kehlkopf isolirten und gespannten Stimmbänder verhalten sich nur annähernd wie die Saiten.

16) Durch Veränderung der Spannung in gleicher Direktion lassen sich die Töne am Kehlkopf ungefähr im Umfange von zwei Oktaven ändern, bei stärkerer Spannung entstehen unangenehme, höhere pfeifende oder schreiende Töne.

17) Ist der hintere Theil der Stimmritze nur fest geschlossen, und sind die Cartt. arytaen. fixirt, so dass die Stimmbänder bloss durch die Elastizität des Ligam. crico-thyreoideum medium ganz schwach gespannt sind, so lassen sich noch tiefere Töne hervorbringen, wenn die von diesem Bande bewirkte Spannung aufgehoben und eine noch grössere Abspannung und gänzliche Erschlaffung der Stimmbänder bewirkt wird.

18) Man kann auf dem ausgeschnittenen Kehlkopf bei sehr schwacher Spannung der Stimmbänder zwei ganz verschiedene Register von Tönen hervorbringen. Töne, im Allgemeinen tiefer, welche mit der Bruststimme die vollkommenste Aehnlichkeit haben, andere im Allgemeinen höher und die höchsten, welche im Klange ganz der Falsetstimme gleichen, diese verschiedenen Töne können bei einer bestimmten gleichen Spannung hervorgebracht werden. Zuweilen spricht der Ton der Bruststimme, zuweilen bei derselben Spannung derjenige der Fistelstimme an. Bei einiger Spannung der Stimmbänder sind die Töne immer vom Klang der Falsetstimme, mag man schwach oder stark blasen. Bei grosser Abspannung sind die Töne die der Bruststimme, mag man schwach oder stark blasen. Bei sehr schwacher Spannung hängt es von der Art des Blasens ab, ob der eine oder andere Ton erfolgt; der Falsetton erfolgt leicht bei ganz schwachem Blasen. Beide Töne können ziemlich weit auseinander liegen, selbst um eine ganze Oktave.

19) Haben die Stimmbänder eine so geringe Spannung oder einen so geringen Grad von Abspannung, dass man durch verschiedene Art des Anspruchs Brusttöne und Falsettöne darauf hervorbringen kann, so kann man sich weiter überzeugen, dass die Falsettöne keine solche Flageolettöne wie die der Saiten sind, welche bei Schwingungen aliquoter Theile der Länge der Saite entstehen; die Stimmbänder können in beiden

Fällen, bei dem höheren Falsetton und dem tieferen Brustton, in ganzer Länge schwingen; der wesentliche Unterschied besteht darin, dass bei den Falsettönen bloss die feinen Ränder der Stimmbänder, bei den Brusttönen die ganzen Stimmbänder lebhaft und mit grossen Excursionen schwingen.

20) Der Kehldeckel, die oberen Stimmbänder, die Morgagni'schen Ventrikel, die Gaumenbogen, kurz alle vor den unteren Stimmbändern liegenden Theile sind weder zur Bildung der Brusttöne noch der Falsettöne nöthig.

21) Die auf weiblichen Kehlköpfen leicht hervorzubringenden Töne sind im Allgemeinen höher. Doch lassen sich auch tiefe Töne bei gänzlicher Abspannung der Stimmritze und Annäherung ihrer Ränder bis zur Berührung selbst bei kurzer Stimmritze hervorbringen.

22) Bei gleicher Spannung der Stimmbänder durch ein Gewicht lässt sich durch stärkeres Blasen der Ton bis fast zu einer Quinte und mehr in die Höhe treiben; alle halben Töne folgen mit Leichtigkeit.

23) Wird die Luft bei einer bestimmten Spannung der Stimmbänder eingezogen, statt ausgestossen, so spricht der Ton in der Regel nicht an. Zuweilen kam ein etwas tieferer rasselnder Ton zum Vorschein.

24) Werden die Stimmbänder durch Berührung ihres äusseren Theiles gedämpft, so geben sie höhere Töne an, gerade so, wie die Kautschuckbänder am künstlichen Kehlkopfe.

25) Die Länge des Anspruchs- und Ansatzrohres hat auf den Ton der Stimmbänder keinen solchen merklichen Einfluss wie auf den Ton der Kautschuckzungen.

26) Die zum Theil membranöse Beschaffenheit der Luftröhre als Windrohr wirkt nicht merklich modifizirend auf den Ton der Stimmbänder, und die Luftröhre verhält sich zum Ansprechen, sowie ein hölzernes Rohr von derselben Weite.

27) Das doppelte Ansatzrohr am menschlichen Stimmorgane, nämlich Mundrohr und Nasenrohr, scheint in Hinsicht der Höhe des Tons nicht anders als ein einfaches Ansatzrohr zu wirken, verändert aber den Klang des Tons durch die Resonanz.

28) Die Deckung der oberen Kehlkopfhöhle durch Herabdrücken des Kehldeckels vertieft den Ton etwas und macht ihn zugleich dumpfer.

29) Im Uebrigen scheint der Kehldeckel bei der Modifikation der Töne von keiner Bedeutung zu sein.

30) Die Gaumenbogen verengern und das Zäpfchen verkürzt sich bei höheren Brusttönen wie bei den Falsettönen, und bei demselben hohen Tone ist der Isthmus faucium gleich eng, mag der Ton ein Brustton oder Falsetton sein. Auch kann man in beiden Fällen den Gaumenbogen mit den Fingern berühren, ohne dass der Ton verändert wird.

31) Die Verengerung des Anfangs des Ansatzrohres oder der oberen Kehlkopfhöhle dicht vor den unteren Stimmbändern kann nach der Theorie der Zungenpfeifen den Ton etwas erhöhen.

32) Der Morgagni'sche Ventrikel hat offenbar den Zweck, die Stimmbänder von aussen frei zu machen, damit ihre Schwingungen ungehindert sind.

Aus diesen Experimenten ergibt sich nach J. Müller, dass das menschliche Stimmorgan ein Zungenwerk mit membranösen doppelten Zungen sei, und widerlegt die Ansichten von Savart und Fechner, welche dieses nicht annehmen wollten. Ebenso hat nach ihm die Ansicht Ferrein's, nach welcher die Stimmbänder mit Saiten zu vergleichen sind, etwas Richtiges, ist aber in anderen Punkten unrichtig. Es tönen die Stimmbänder nach Analogie der Saiten, die von der Luft angesprochen werden, und die Töne der Stimmbänder werden bei verschiedener Weite der Stimmritze durchaus nicht verändert; vielmehr geschieht dieses durch die verschiedene Länge und Spannung der Bänder nach den Gesetzen, wie bei Saiten. Indessen weichen die Stimmbänder von den Saiten darin vollständig ab, dass diese durch stärkeren Anstoss tiefer tönen, während das stärkere Anblasen den Ton einer membranösen Zunge um einen, zwei und mehr halbe Töne, und wenn die elastischen membranösen Zungen nass sind, sogar um viele halbe Töne erhebt. Die Annahme von Liscovius, dass die Enge und Weite der Stimmritze, und die an dieser Stelle hervorgebrachten Luftschwingungen die wesentliche Ursache der Stimme, die Bänder selbst aber nicht tönen, wird von J. Müller ebenfalls umständlich widerlegt.

Vom Gesang.

Die durch das menschliche Stimmorgan gebildeten Töne erzeugen, indem sie nach musikalischen Gesetzen aneinandergereiht werden, den Gesang. Eine monotone Folge gleicher Töne kann nicht als Gesang betrachtet werden, sie gibt nur den Grundton der Sprache, bei welcher die Artikulation im Munde die weiteren Verschiedenheiten erzeugt; doch findet auch schon hier eine Veränderung der einzelnen Töne statt. Wachsen und fallen die Töne ohne Intervalle, so entsteht hierdurch nur ein Geheul. Zum Gesang ist erforderlich, dass die Töne die durch die musikalischen Gesetze bestimmte Zeitdauer aushalten, in ebenso bestimmten Zwischenräumen ausgestossen, in bestimmten Graden der Stärke und des Klanges modulirt und möglichst rein hervorgebracht werden; zu welchen Gesetzen dann noch der psychische Ausdruck hinzutritt, der vor Allem bei der menschlichen Stimme in hohem, jedoch nicht zu erklärendem Grade entwickelt sein kann.

Die einzelnen bei dem Gesang in Betracht kommenden Verhältnisse sind:

1) Der Umfang der Stimme, welcher 1 — 2 — 3 Oktaven beträgt; für Sänger sind 2—3 Oktaven erforderlich. Nach musikalischen Bestimmungen reicht der Sopran von $\overline{\overline{\overline{c}}}$ bis $\overline{c}$, oder angeblich von $\overline{\overline{\overline{f}}}$ bis $\overline{\overline{c}}$; der Mezzo-Sopran von $\overline{\overline{a}}$ bis $\overline{e}$; der Alt von $\overline{\overline{f}}$ bis $\overline{f}$; der Tenor von $\overline{\overline{c}}$ oder $\overline{a}$ bis c; der Baryton von $\overline{f}$ bis A, und der Bass von a bis E. Der Sopran umfasst also 2 bis $2\frac{3}{7}$, der Mezzo Sopran $1\frac{4}{7}$, der Alt 2, der Tenor 2 bis $1\frac{6}{7}$, der Baryton $1\frac{6}{7}$, der Bass etwas mehr als 2 Oktaven. Bei Sängern findet nun stets noch eine Ausdehnung über die Grenzen der Stimmart statt, sie bewegen sich in reinen Tönen innerhalb 2 bis 3 Oktaven, ausnahmsweise noch weiter hinaus, z. B. die Catalani, welche $3\frac{1}{2}$ Oktave erreichte.

2) Die verschiedenen Stimm- und Klangarten. Die Unterschiede der Kinder-, Frauen- und Männerstimme beziehen sich zwar im Allgemeinen auf die verschiedene Höhe der Stimme, die wesentlichste Verschiedenheit wird aber durch den eigenthümlichen Klang der Stimme gegeben. Kinder und

Frauen singen in der Regel im Diskant oder Sopran und Alt; Männer im Tenor und Bass; als Mittelbildung erscheint bei den ersteren der Mezzo-Sopran, bei den letzteren der Baryton. Wenn aber auch Bassist und Tenorist denselben Ton singen, so ist der Klang dennoch ein verschiedener, und die Unterschiede des kindlichen, weiblichen und männlichen Kehlkopfes müssen diese Verschiedenheiten wie die musikalischen Instrumente erzeugen. Von vorzüglichem Einfluss auf die verschiedene Höhe der Töne ist die verschiedene Länge der Stimmbänder bei Männern und Frauen, die sich wie 3 zu 2 verhalten; auf den verschiedenen Klang die Beschaffenheit und Form des Kehlkopfes, dessen Wände bei dem Manne viel grösser sind und wie im Schildknorpel einen starken Winkel bilden. Der Unterschied im Klange des Tenors und Basses, und des Altes und Soprans wird nach J. Müller durch nicht gekannte Eigenthümlichkeiten der Bänder und der membranösen und knorpligen resonirenden Wände bedingt. Die Stimme des Knaben ist Alt oder Sopran, geht aber nach der Pubertätsentwicklung in Bass oder Tenor über; während dieser Metamorphose ist die Stimme unrein. Die Stimmveränderung hängt wesentlich von der Entwicklung der Geschlechtsorgane ab, und die Kastraten haben eine der Weiberstimme ähnliche Stimme; bei ihnen bleibt der Kehlkopf unentwickelt, während Brusthöhle, Mund- und Nasenkanäle sich entwickeln, wodurch eine durchaus eigenthümliche Stimme gebildet wird.

Bei den tieferen Tönen steigt der Kehlkopf herab, während er bei den höheren hinaufsteigt und sich hier auch der weiche Gaumen verengert; nach Dzondi soll alsdann der hintere Gaumenvorhang in die Höhe gehen und sich in schiefer Richtung den Choanen etwas nähern, das Zäpfchen dagegen sich dergestalt nach hinten richten, dass es die Hinterwand des Pharynx mit der Spitze berührt. Valentin liess eine gute Sängerin, deren Töne von a bis $\overset{\equiv}{c}$ und selbst von g bis $\overset{\equiv}{c}$ reichten, diese Skalenreihe bei offenem Munde durchsingen; es traten die Gaumenbogen mit den Mandeln deutlich nach innen. Die letzteren wurden daher an ihrer Innenfläche zum Theil frei. Obgleich die vorderen Gaumenbogen etwas verschmälert waren, so konnte doch keine besonders geringe Breite an ihnen auffallen. Die deutlichsten Veränderungen da-

gegen zeigte das Zäpfchen. Es war bei allen Noten ohne Ausnahme eher schief nach vorn, nie dagegen nach hinten gerichtet. Bei den Brust- und Halstönen blieb es ziemlich steif nach vorn und unten gestreckt. Mit dem Anfange der Kopftöne dagegen verkürzte es sich der Länge nach auf auffallende Weise und erhielt von seinem unteren abgerundeten Ende aus eine Längenfurche; diese stärkeren Kontraktionen der Uvula begannen bis $\overline{\overline{d}}$ bei $\overline{\overline{e}}$ und verstärkten sich dergestalt, dass man bei $\overline{\overline{a}}$ $\overline{\overline{h}}$ $\overline{\overline{\overline{c}}}$ das isolirte Zäpfchen gar nicht mehr wahrnehmen und es nur in Form eines kleinen zweilippigen Theiles in der Mitte des weichen Gaumenvorhanges erkannte. Der Zwischenraum zwischen den Innenwänden der Gaumenbogen und den Seitenrändern der Uvula wurde schmaler und im Anfange etwas länger, sowie die Sängerin von den tiefsten möglichsten Brusttönen zur Halsstimme überging und verlor sich bei den höheren Kopftönen gänzlich. Bei den Trillern mit offenem Munde vibrirte häufig das Zäpfchen gar nicht. Je mehr es nach oben zurückgezogen war, um so ruhiger verhielt es sich. Bleibt bei den Trillern nur eine kleine Spalte zwischen den Zähnen offen, so nahm man selbst bei den höheren Kopftönen ein Vibriren des weichen Gaumenvorhanges wahr.

Die Zunge hebt sich in ihrem hinteren Theile, bleibt an den Seiten aufgewulstet, oder plattet sich auch wohl etwas ab, höhlt sich aber immer in der Mitte aus, während sich der vordere Theil herabsenkt; bei den Trillern bleibt er ruhig oder zuckt an einzelnen Stellen, jedoch immer nur schwach und in aliquoten Theilen.

Die Stellungen der Bewegungen des Zäpfchens und der Zunge sind meistentheils, jedoch nicht ohne Ausnahme, symmetrisch.

3) Die Stimmarten eines und desselben Menschen zeigen sich nach zwei Registern verschieden, nach dem der Brust- und Falsetstimme. Jene ist voller, lässt stärkere Schwingungen und Resonanz wahrnehmen, und es können durch sie die tieferen Töne der männlichen Stimme hervorgebracht werden, sowie die höchsten nur mit der Falsetstimme, während die mittleren Töne sowohl mit der Brust- als Falsetstimme an-

gegeben werden können. Nach Lehfeldt werden die Brusttöne mit stärkerem Anspruch bei ganz schwingenden abgespannten Stimmbändern gegeben, die Fisteltöne mit schwachem Anspruch bei bloss schwingenden Rändern der mehr gespannten Stimmbänder. Es tritt die Differenz beider Stimmarten bei dem Manne schärfer als bei der Frau hervor.

Jedes der beiden Hauptregister kann wiederum auf zwiefache Weise, hell oder gedämpft, modulirt werden. Im ersteren Falle hebt sich der Kehlkopf bei den höheren Tönen, während das Gaumensegel konstant eine niedergesenkte Lage behält; bei der gedämpften Stimme verharrt der Kehlkopf in seiner tiefen Lage und das Gaumensegel erscheint emporgezogen. Bei dem als Kontrabass bezeichneten Register, von russischen Sängern bei religiösen Vorträgen benutzt, soll der Kehlkopf, statt dass er bei den tieferen Brusttönen herabgeht, bei den tiefsten Noten dieses Kontrabassregisters so hoch als möglich emporgezogen werden, wodurch jedoch sehr rauhe Stimmweisen entstehen.

4) Der Klang der Stimme, welcher jedem Menschen eigenthümlich ist, hängt offenbar von der Form und Beschaffenheit der Stimmorgane und aller interessirenden Theile ab, und kann dadurch nachgeahmt werden, dass ein anderes Individuum die Stimmorgane in ähnliche Formen zu bringen sucht. Das Näseln der Stimme wird dadurch erzeugt, dass die Nasenhöhle vorzugsweise als Organ des Wiederhalls benutzt wird, und dieses kann bei geschlossenen und offenen Nasenlöchern geschehen. Bei geschlossenen Nasenlöchern, wenn sich die Gaumenbogen einander nähern, und der Kehlkopf zugleich viel höher hinaufsteigt, als es bei demselben Tone sonst der Fall ist. Bei offenen Nasenlöchern mit offenem oder geschlossenem Munde rückt der Kehlkopf bei dem Näseln auch bedeutend in die Höhe, die Gaumenbogen verengern sich, der Zungenrücken ist dem Gaumen genähert oder liegt ihm an, die Luft geht allein zwischen den verengten Gaumenbogen durch und erhält die Resonanz der Nasenhöhle oder die der Mundhöhle.

Veränderungen in den Stimmorganen bringen Veränderungen in der Stimme hervor. Im Alter nimmt der Klang durch Ossifikation der Kehlkopfknorpel und durch Veränderungen der Stimmbänder, die Sicherheit durch gestörten Einfluss der Nerven über die Muskeln ab.

5) Die Stärke der Stimme hängt von der schwingungsfähigen Beschaffenheit der Stimmbänder, der Resonanzfähigkeit der verschiedenen Stimmorgane und der grösseren oder geringeren Resonanz der Lungen ab. Das stärkere und schwächere Blasen erhöht den Ton, indem es ihn stärker macht, bis zu einer Quinte, durch Abnahme der Spannung lässt sich der Ton dagegen sukzessive durch alle Nüanzen bis zu zwei Oktaven an guten Kehlköpfen erniedrigen. Wird ein Ton vom Piano aus verstärkt, so muss in dem Maasse die Spannung der Stimmbänder durch Nachlass der Muskelwirkung abnehmen, als das Blasen stärker wird; beim Schwächen des Tons geschieht das Entgegengesetzte, worauf das Schwellen und Abnehmen der Töne beruht, ohne dass der musikalische Werth desselben verändert wird.

Von den Mundtönen des Menschen.

Die Töne, welche im Munde allein hervorgebracht werden, sind nach J. Müller entweder durch schwingende Membranen oder durch Tönen der Luft erzeugt. Zu den ersteren gehören die schnarrenden Töne am Gaumensegel und an den Lippen, zu den zweiten das Mundpfeifen oder das Pfeifen auf den Lippen.

Von der Sprache.

In physiologischer Beziehung kommt es vorzüglich darauf an, die Mechanik, durch welche die Sprachlaute hervorgebracht werden, zu erforschen. Im Allgemeinen werden die Sprachlaute dadurch erzeugt, dass das Ansatzrohr des Stimmorganes zu der Stimmbildung hinzutritt, und die einzelnen Töne in bestimmter Art und Weise modulirt, und so die Sprachlaute oder Buchstaben entstehen. Die Eintheilung der Buchstaben, wie sie die Grammatik aufstellt, ist nach J. Müller für die Physiologie nicht ausreichend. Zur Erforschung des Wesens der Laute soll man nach ihm vom leisen tonlosen Reden, vox clandestina, ausgehen und untersuchen, welche der stumm anzugebenden Laute auch mit Ton modifizirt hervorgebracht werden können; man erhält so zwei Reihen von Lauten, von denen die eine nur stumm und der Verbindung

mit der Stimme ganz unfähig, die andere sowohl stumm als auch einer solchen Verbindung fähig ist. Es erscheint ferner wichtig, die Laute in solche zu unterscheiden, welche bei plötzlich sich ändernder Mundstellung nur einen Moment angegeben werden können, strepitus incontinuus, explosivus, oder solche, die bei durchaus verharrender Mundstellung, so lange der Athem reicht, verlängert werden können, strepitus continuus. Hiernach stellt J. Müller folgende Eintheilung des Lautsystemes auf.

A. *Stummes Lautsystem der leisen Sprache.* (Vox clandestina.)

I. Stumme Vokale, hierher gehören: a, e, i, o, u, å, ö, ä, ü und die Nasenvokale a ä oe, o, sie lassen sich stumm als blosse Geräusche deutlich unterscheidbar aussprechen, werden in der Stimmritze erzeugt, und zwar wie es scheint, beim Vorbeiströmen der Luft an den nicht tönenden Stimmbändern. Durch die verschiedene Gestalt des Windrohrs bei offenem Mundrohre wird das Geräusch zum stummen a, e, i, o, u modifizirt.

Die Gestalt des Mundes ist bei den stummen Vokalen ganz dieselbe, wie bei denselben Vokalen, wenn sie laut gesprochen werden, nur wird in letzterem Falle in der Stimmritze ein merklicher Ton angegeben. Der Unterschied der einzelnen Vokale wird nach Kratzenstein und Kempelen durch die verschiedene Weite des Mundkanals, des Raumes zwischen Zunge und Gaumen, und der Mundöffnung bei lauten und stummen Vokalen erzeugt. Nimmt man fünf Grade der Weite an, so ist bei

a	die	Weite	der	Mundöffnung	5,	die	Weite	des	Mundkanals	3
e	„	„	„	„	4,	„	„	„	„	2
i	„	„	„	„	3,	„	„	„	„	1
o	„	„	„	„	2,	„	„	„	„	4
u	„	„	„	„	1,	„	„	„	„	5.

Nach Purkinje sind diese Bedingungen namentlich für a und e nicht richtig, vielmehr hängen beide von der Form des Kehlraums zwischen Zungenwurzel und Schlund ab, der bei beiden gross, bei e am grössten ist; während a und o bei

gleicher Mundöffnung angegeben werden können. Auch soll die angegebene Stellung der Lippen bei o nicht nothwendig sein.

Die tiefen Vokale mit Nasentimbre a, ä, o oe entstehen durch Verengung des Gaumenbogens und Erhebung des Kehlkopfes.

II. Stumme Konsonanten mit Strepitus aequalis können, so lange der Athem dauert, ununterbrochen ausgesprochen werden, indem die Stellung des Mundes bei der Aussprache stets dieselbe bleibt. Zu ihnen gehören h, m, n, ñ (ng), f, ch, sch, s, r, l. Sie zerfallen wieder in 3 Abtheilungen, indem sie entweder durch den ganzen offenen Mundkanal, continuae orales, ausgesprochen werden, so h, oder durch den ganzen offenen Nasenkanal, continuae nasales, so m, n, ñ oder ng, oder es findet bei der Aussprache klappenartige Opposition von Mundtheilen gegeneinander statt. Bei f nehmen die Lippen eine Stellung zum Blasen; bei ch oder x liegt die Zunge dem Gaumen nahe, und klingt je nach der Stelle, wo dieses geschieht, verschieden, je nachdem die Zunge mehr vorn, in der Mitte oder hinten anliegt. Bei sch sind die Zähne der oberen und unteren Kinnlade sehr genähert und die Zunge steht mit ihrer Spitze hinter den Zähnen, ohne sie zu berühren. Bei S sind die Zähne einander genähert oder berühren sich. Die Zungenspitze berührt die untere Zahnreihe. Bei r vibrirt die Zunge gegen den Gaumen; doch kann auch das Gaumensegel gegen die Zunge vibriren, Gaumensegel r. Bei l liegt die Zungenspitze am Gaumen dicht an.

III. Stumme Konsonanten mit Strepitus explosivus. Hierher gehören β, γ, δ, π, ϰ, τ. Die Stellung der Mundtheile ändert sich bei der Bildung dieser Konsonanten plötzlich, indem der Mund zuerst geschlossen und dann geöffnet wird, sie können daher nicht willkürlich verlängert werden. β, γ, δ sind explosivae simplices, π, ϰ, τ explos. aspiratae. Bei β ist der Mund durch die Lippen geschlossen und öffnet sich mit dem Durchgang des Windes, bei δ ist der Mund durch die an den vorderen Theil des Gaumens oder an die obere Zahnreihe angelegte Zunge geschlossen; bei γ geschieht dieses weiter hinten durch Anlegen des hinteren Zungenrückens an den Gaumen. Diese stummen Laute, welche in der Regel durch plötzliches Oeffnen gebildet werden, können auch durch plötz-

liches Schliessen erzeugt werden. π, τ und κ entstehen durch Verbindung einer Aspiration mit β, δ, γ.

B. *Lautsystem der lauten Sprache.*

Einige Konsonanten bleiben auch bei der lauten Sprache auf blosses Geräusch beschränkt, so die ebengenannten Explosivae simplices und aspiratae und das h. Andere Konsonanten sind bei der lauten Sprache der stummen und lauten Pronunziation fähig, indem bei letzteren die Stimme mittönt und summt, wie f, ch, sch, s, l, r, m, n, ng.

Bei den lauten Vokalen ist die Stellung des Mundes wie bei der stummen Aussprache. In der Regel kommen stumme Vokale bei der lauten Sprache nicht vor. Von den Continuae ist bloss das h des Mittönens nicht fähig.

Ueber das Verhältniss der Konsonanten, welche in der lauten Sprache sowohl stumm, als auch mit Intonation der Stimme gesprochen werden können, nach dieser Verschiedenheit und die Benutzung derselben in den einzelnen Sprachen verweisen wir auf Müllers *Physiologie.*

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

Fre

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Thomas, E.

Die Physiologie des Menschen

Leipzig 1853

Med.g. 134 n-6
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10137809-8